
УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ им. И. Н. УЛЬЯНОВА

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТОМ 11
ВЫПУСК 2

г. УЛЬЯНОВСК, 1958 г.

УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. И. Н. УЛЬЯНОВА

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Том 11

ВЫПУСК 2

УЛЬЯНОВСК, 1958 г.

Ответственный редактор
С. С. ГАЙНИЕВ

Редколлегия:

Н. И. НЕФЕДОВ, Е. К. ВАРФОЛОМЕЕВА

Сдано в набор 3/VI-1957 г. Подписано к печати 5/VIII-1958 г.
ЗМ 01888. 13/VIII-1958 г. Зак. № 0232. Тираж 300.

Татполиграф, Казань, ул. Миславского, 9. 1958 г.

МАТЕМАТИКА

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова

Том XI *1958 г.*

Д. И. ТАЛАНОВ

О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЯХ В КУРСЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

После изучения неопределенного интеграла естественно ввести понятие решения дифференциального уравнения. Целесообразно именно здесь начать изучение дифференциальных уравнений, и особенно линейных, первого и второго порядка.

§ 1.

Рассмотрев уравнения с разделяющимися переменными, можно приступить к интегрированию линейных уравнений первого порядка. Для этого лучше избрать такой способ, который можно было бы распространить затем на линейные уравнения второго порядка.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{dy}{dx}+Py=Q, \tag{1}$$

где P и Q суть функции x. Пусть в соотношении

$$\int \frac{w}{v^2}\,dx+C=\frac{y}{v} \tag{2}$$

C — произвольная постоянная, а v и w пока не определенные функции x. Попытаемся определить эти функции так, чтобы в полученном после почленного дифференцирования (2) по x уравнении

$$y'-\frac{v'}{v}y=\frac{w}{v}$$

коэффициент при y и свободный член тождественно равнялись, соответственно, коэффициенту при y и свободному члену уравнения (1), то есть

$$-\frac{v'}{v}=P$$

и

$$\frac{w}{v}=Q.$$

Отсюда находим

$$v=e^{-\int P dx}$$

и

$$w=Qe^{-\int P dx}.$$

Соотношение (2) можно записать и так:

$$y=v\left(\int\frac{w}{v^2}dx+C\right).$$

Подставив сюда найденные выражения функции v и w, мы получим общее решение уравнения (1):

$$y=e^{-\int P dx}\left(\int Qe^{\int P dx}dx+C\right). \qquad (3)$$

§ 2.

На пути к интегрированию общего линейного уравнения второго порядка встает, как известно, уравнение Риккати, которое, вообще говоря, не решается в квадратурах. И все-таки полезно, даже при первом ознакомлении учащихся с дифференциальными уравнениями, изложить попытку интегрировать линейное уравнение второго порядка:

$$\frac{d^2y}{dx^2}+K\frac{dy}{dx}+Ly=R, \qquad (4)$$

предполагая K, L и R функциями x.

Рассмотрим уравнение (4) и соотношение:

$$\int\frac{w}{v^2}dx+C=\frac{y'+uy}{v}, \qquad (5)$$

где C — произвольная постоянная, а u, v и w пока не определенные функции x.

После почленного дифференцирования (5) по x приходим к уравнению:

$$y'' + \left(u - \frac{v'}{v}\right)y' + \left(u' - u\frac{v'}{v}\right)y = \frac{w}{v}.$$

Определим теперь функции u, v и w так, чтобы выполнялись тождественно следующие равенства:

$$u - \frac{v'}{v} = K, \tag{6}$$

$$u' - u\frac{v'}{v} = L, \tag{7}$$

$$\frac{w}{v} = R. \tag{8}$$

Исключая из уравнений (6) и (7) отношение $\frac{v'}{v}$, получим:

$$u' = u^2 - Ku + L. \tag{9}$$

Кроме того, из уравнения (6) найдем:

$$v = e^{\int (u-K)\,dx},$$

и следовательно, согласно (8),

$$w = Re^{\int (u-K)\,dx}.$$

Соотношение (5) можно записать и так:

$$y' + uy = v\left(\int \frac{w}{v^2}\,dx + C\right).$$

Откуда по формуле (3) находим:

$$y = e^{-\int u\,dx}\left\{\int v\left[\int \frac{w}{v^2}\,dx + C\right]e^{\int u\,dx}\,dx + C_1\right\}.$$

Подставив сюда найденные выражения функций v и w, получим общее решение уравнения (4):

$$y = e^{-\int u\,dx}\left\{\int e^{\int (2u-K)dx}\left[\int \mathrm{R}e^{-\int (u-K)\,dx}\,dx + C\right]dx + C_1\right\}. \tag{10}$$

Здесь u есть одно из решений уравнения (9), которое, в общем случае, является уравнением Риккати.

При K и L постоянных в уравнении (9) переменные разделяются. В случае $L = 0$ порядок уравнения (4) можно понизить, полагая $y' = z$, где z — новая функция x.

Замечание. Известно, что, как и (3), формула (10) выводится многими способами.

Пусть теперь задано линейное уравнение второго порядка, например,

$$y''+y=\sec x.$$

Можно повторить для него все сказанное и таким путем найти его общее решение. Но можно воспользоваться и полученными выводами, именно, беря одно из решений уравнения

$$u'=u^2+1,$$

хотя бы $y=\operatorname{tg} x$, подставить его и $K=0$, $R=\sec x$ в формулу (10):

$$y=e^{-\int \operatorname{tg} x dx}\left\{\int e^{2\int \operatorname{tg} x dx}\left[\int \sec x e^{-\int \operatorname{tg} x dx} dx+C\right]dx+C_1\right\};$$

окончательно

$$y=C\sin x+C_1\cos x+x\sin x+\cos x\ln\cos x.$$

Это и есть общее решение данного уравнения.

§ 3.

После такого весьма краткого изучения дифференциальных уравнений учащийся сможет, при надобности, найти решение любого линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами K и L. Ниже мы приводим некоторые примеры интегрирования линейных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами.

Пример 1.

$$y''-2xy'+x^2y=e^{\frac{x^2}{2}}\sec x.$$

Беря одно из решений соответствующего уравнения Риккати

$$u'=u^2+2xu+x^2,$$

например, $u=\operatorname{tg} x-x$, можно по формуле (10) получить общее решение данного уравнения

$$y=e^{\frac{x^2}{2}}(C\sin x+C_1\cos x+x\sin x+\cos x\ln\cos x).$$

Пример 2.

$$y''+\frac{1}{x}y'-(x^2-2)y=e^{\frac{x^2}{2}}.$$

Убедившись, что функция $u=x$ удовлетворяет уравнению:

$$u'=u^2-\frac{1}{x}u-(x^2-2),$$

легко найти общее решение данного уравнения

$$y = e^{-\frac{x^2}{2}}\left(C\int \frac{e^{x^2}}{x}\,dx + C_1\right) + \frac{1}{4}\,e^{\frac{x^2}{2}}.$$

Пример 3.

$$y'' + xy' + \left(1 - \frac{2}{x^2}\right)y = xe^{-\frac{x^2}{2}}.$$

Функция $u = \frac{1}{x}$ удовлетворяет уравнению:

$$u' = u^2 - xu + 1 - \frac{2}{x^2}.$$

Надо получить общее решение данного уравнения,

$$y = C\left(\frac{1}{x}\int e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx - e^{-\frac{x^2}{2}}\right) + C_1\frac{1}{x} - \left(x + \frac{2}{x}\right)e^{-\frac{x^2}{2}}.$$

Пример 4.

$$y'' + y'\sin x + y\cos x = f(x).$$

Берем $u = \sin x$, ибо уравнение

$$u' = u^2 - u\sin x + \cos x$$

имеет такое решение. Общее решение данного уравнения:

$$y = e^{\cos x}\left(C\int e^{-\cos x}\,dx + C_1 + \int f(x)\,dx\right).$$

Пример 5.

$$y'' - \{[f(x)]^2 + f'(x)\}y = 0.$$

Соответствующему уравнению Риккати удовлетворяет, например, функция

$$u = -f(x).$$

По формуле (10) находим общее решение данного уравнения:

$$y = e^{\int f(x)\,dx}\left(C\int e^{-2\int f(x)dx}\,dx + C_1\right).$$

Пример 6.

$$y'' - xf(x)y' + f(x)y = 0.$$

Берем $u = -\frac{1}{x}$ и по формуле (10) находим общее решение:

$$y = x\left(C\int \frac{e^{\int xf(x)dx}}{x^2}dx + C_1\right).$$

Пример 7.

$$y'' + \left(\frac{\varphi\varphi'}{\varphi^2 + a} - \frac{\varphi''}{\varphi'}\right)y' - \frac{\varphi'^2}{\varphi^2 + a}y = 0.$$

(Здесь $\varphi = \varphi(x)$, a — число.)

Берем $u = -\frac{\varphi'}{\varphi}$ и по формуле (10) находим:

$$y = C\sqrt{\varphi^2 + a} + C_1\varphi.$$

Это и есть общее решение данного уравнения.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова

Том XI *1958 г.*

Б. В. БАЗАНОВ

ОБ ОДНОМ ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ

В математическом анализе при доказательствах теорем существования часто используется принцип неподвижной точки (см., например, [2]). В простейшем случае это так называемый принцип сжатых отображений, который заключается в следующем ([1], стр. 146).

Пусть в полном метрическом пространстве M дан оператор A, переводящий любые точки x и y пространства M, отстоящие друг от друга на расстоянии $\rho(x, y)$, в какие-то другие точки Ax, Ay пространства M, отстоящие друг от друга на расстоянии $\rho(Ax, Ay)$, так что $\rho(Ax, Ay) \leqslant \alpha\rho(x, y)$, где $\alpha < 1$ и не зависит от x и y. Тогда существует единственная точка x^* пространства M такая, что $Ax^* = x^*$, причём, если x_0 — произвольная точка M и $x_{n+1} = Ax_n$, $n = 0, 1, 2, \ldots$, то $\lim\limits_{n \to \infty} \rho(x_n, x^*) = 0$.

Условие $\alpha < 1$ существенно, но, как известно, если пространство M компактно, то его можно ослабить, а именно, вместо условия $\rho(Ax, Ay) \leqslant \alpha\rho(x, y)$, $\alpha < 1$, можно потребовать лишь, чтобы $\rho(Ax, Ay) < \rho(x, y)$ при $x \neq y$ ([1], стр. 147) *). Ниже приводится простое доказательство этого предложения, причем это доказательство позволяет несколько усилить теорему.

Теорема 1. Если в метрическом пространстве M дан оператор A, переводящий точки x пространства M в точки x' некоторой компактной части M, так что при этом $\rho(Ax, Ay) < \rho(x, y)$ при $x \neq y$, то существует единственная точка x^*

*) В статье В. В. Немыцкого доказательство соответствующего предложения лишь намечено, однако предложенный там путь доказательства требует уточнения. На это обстоятельство указал автору А. В. Штраус.

пространства M такая, что $Ax^* = x^*$. При этом, если x_0 — произвольная точка пространства M и $x_{n+1} = Ax_n$ $(n = 0, 1, 2, \ldots)$, то

$$\lim_{n\to\infty} \rho(x_n, x^*) = 0.$$

Доказательство.

Взяв произвольную точку x_0, принадлежащую M, построим последовательность x_0, $x_1 = Ax_0$, $x_2 = Ax_1, \ldots$, $x_{n+1} = Ax_n, \ldots$ Так как часть пространства M, содержащая построенную последовательность (по крайней мере, начиная со второго члена), по условию теоремы компактна, то из этой последовательности можно выделить сходящуюся подпоследовательность. Пусть это будет $x_{n_1}, x_{n_2}, \ldots, x_{n_k}, \ldots$. Обозначим ее предел через x^*. Покажем, что $Ax^* = x^*$.

Положим $Ax^* = x^{**}$, $Ax^{**} = x^{***}$. В силу условия теоремы и сходимости последовательности $\{x_{n_k}\}_{k=1}^{\infty}$ для любого $\varepsilon > 0$ и достаточно большого k имеем:

$$\rho(x_{n_{k+2}}, x^{***}) = \rho(Ax_{n_{k+1}}, Ax^{**}) \leqslant \rho(x_{n_{k+1}}, x^{**}) =$$
$$= \rho(Ax_{n_k}, Ax^*) \leqslant \rho(x_{n_k}, x^*) < \varepsilon.$$

Значит при

$$k \to \infty \quad x_{n_{k+2}} \to x^{***}, \; x_{n_{k+1}} \to x^{**}.$$

Согласно условию теоремы и определению расстояния $\rho(x_0, x_1) \geqslant \rho(x_1, x_2) \geqslant \ldots \geqslant \rho(x_n, x_{n+1}) \geqslant \ldots$ и $\rho(x_n, x_{n+1}) \geqslant 0$ при любом n. Следовательно, числовая последовательность

$$\{\rho(x_n, x_{n+1})\}_{n=1}^{\infty}$$

как убывающая и ограниченная снизу имеет предел. Обозначим этот предел через ρ_0.

Числовые последовательности

$$\{\rho(x_{n_k}, x_{n_{k+1}})\}_{k=1}^{\infty}, \quad \{\rho(x_{n_{k+1}}, x_{n_{k+2}})\}_{k=1}^{\infty}$$

как подпоследовательности сходящейся последовательности $\{\rho(x_n, x_{n+1})\}_{n=1}^{\infty}$ сходятся к этому же самому пределу ρ_0. Так как при

$$k \to \infty \quad x_{n_k} \to x^*, \quad x_{n_{k+1}} \to x^{**}, \quad x_{n_{k+2}} \to x^{***},$$

то отсюда, в силу непрерывности функции $\rho(x, y)$, следует:

$$\rho_0 = \rho(x^*, x^{**}) = \rho(x^{**}, x^{***}).$$

Но

$$\rho(x^{**}, x^{***}) = \rho(Ax^*, Ax^{**}),$$

следовательно,

$$\rho(x^*, x^{**}) = \rho(Ax^*, Ax^{**}),$$

что возможно лишь при $x^* = x^{**}$ т. е. при $x^* = Ax^*$.

Существование неподвижной точки доказано.

Неподвижная точка x^* единственна, так как если бы существовала другая точка x с тем же свойством, то мы имели бы противоречие:

$$\rho(x^*, x) > \rho(Ax^*, Ax) = \rho(x^*, x).$$

Остается доказать, что первоначальная последовательность $\{x_n\}_{n=1}^{\infty}$ также сходится к неподвижной точке x^*. Пусть дано $\varepsilon > 0$. Тогда найдется такой номер $n_0 = n(\varepsilon)$, что для всех $n_k > n_0$ будет $\rho(x_{n_k}, x^*) < \varepsilon$. Зафиксируем $n_k > n_0$. В таком случае при $n > n_k$ будем иметь $\rho(x_n, x^*) < \varepsilon$. Это следует из цепи неравенств

$$\rho(x_n, x^*) = \rho(Ax_{n-1}, Ax^*) \leqslant \rho(x_{n-1}, x^*) = \rho(Ax_{n-2}, Ax^*) \leqslant$$
$$\leqslant \rho(x_{n-2}, x^*) \leqslant \ldots \leqslant \rho(Ax_{n_k}, Ax^*) \leqslant \rho(x_{n_k}, x^*) < \varepsilon.$$

Теорема доказана.

Из хода доказательства теоремы видно, что условие компактности пространства M (или его части) можно заменить более слабым условием, а именно, достаточно потребовать лишь, чтобы существовала хотя бы одна последовательность

$$x_0, \; x_1 = Ax_0, \; x_2 = Ax_1, \ldots, x_{n+1} = Ax_n, \ldots$$

из которой можно извлечь сходящуюся подпоследовательность. Таким образом, справедлива следующая теорема.

Теорема 2. *Если в метрическом пространстве M дан оператор A, переводящий точки x пространства M в точки x' этого же пространства, так что при этом $\rho(Ax, Ay) < \rho(x, y)$ при $x \neq y$ и имеется хотя бы одна последовательность*

$$x_0, \; x_1 = Ax_0, \; x_2 = Ax_1, \ldots, x_{n+1} = Ax_n, \ldots,$$

из которой можно извлечь сходящуюся подпоследовательность, то существует единственная точка x^* пространства M такая, что $Ax^* = x^*$. При этом точка x^* является пределом указанной последовательности.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] В. В. Немыцкий, Метод неподвижных точек в анализе, Успехи математических наук, выпуск 1 (1936 г.), 141—174.

[2] И. Г. Петровский, Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений, М., 1952 г.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова

Том XI *1958 г.*

М. Л. ЧЕРНОВА

ЭЛЕМЕНТЫ МОТОРНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В настоящей работе рассматриваются некоторые новые вопросы дифференциальной геометрии линейчатых поверхностей.

Вопросам дифференциальной геометрии линейчатых поверхностей посвящены работы основателя винтового исчисления А. Котельникова, Е. Штуди, Д. Зейлигера, В. Бляшке, В. Котова. Котельников и Штуди впервые связали линейчатую поверхность с комплексными числами вида $a+\omega b$ ($\omega^2=0$). Зейлигер, представив линейчатую поверхность в виде:

$$x=x(u);\quad y=y(u);\quad z=z(u)$$

(u — вещественное число, а x, y, z, соответствующие каждому значению u, — указанные комплексные числа, удовлетворяющие условию: $x^2+y^2+z^2=1$), довольно подробно изучил дифференциальную геометрию линейчатых поверхностей, введя понятия комплексной дуги поверхности, касательной, нормали и т. д.

Функции $x(u)$, $y(u)$, $z(u)$ определяют переменный винт $\hat{A}(u)$ ($A^2=1$), которым можно задать линейчатую поверхность. Громоздких выкладок, которые получал Зейлигер, можно избежать, если воспользоваться аппаратом, построенным советским математиком С. Г. Кислицыным, позволяющим производить вычисления с самими винтами, а не с их координатами.

С. Г. Кислициным были введены также винтовые аффиноры, обобщающие векторные аффиноры (матрицы с комплексными переменными), которые можно рассматривать как операторы преобразования винтов. В связи с этим советским математиком *В.* Котовым были рассмотрены свойства линейчатых поверхностей, инвариантные относительно группы квазиаф-

финных преобразований (преобразований, осуществляемых винтовыми аффинорами).

В моей работе: „Некоторые геометрические свойства моторных диадиков“ рассматривается группа невырожденных моторных преобразований (линейных преобразований, определяемых матрицами, определители шестого порядка которых отличны от нуля), подгруппу которой, составляют преобразования, эквивалентные квазиаффинным.

Некоторые свойства линейчатых поверхностей, инвариантные относительно невырожденных моторных преобразований, рассматриваются в настоящей работе.

Уравнение линейчатой поверхности представляется в виде:

$$\hat{R} = \hat{R}(t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Ось мотора (винта) $\hat{R}(t)$, зависящего от вещественного параметра t, при изменении параметра опишет некоторую линейчатую поверхность *).

Пусть в пространстве даны две линейчатые поверхности $\hat{R}(t)$ и $\hat{R}_1(t)$. Будем считать поверхность $\hat{R}_1(t)$ эквивалентной поверхности $\hat{R}(t)$, если её можно получить путём моторного преобразования поверхности $\hat{R}(t)$.

Так как моторные преобразования линейчатого пространства, осуществляемые диадиками $\overline{\overline{\Pi}}$ и $\lambda\overline{\overline{\Pi}}$ переводят данную прямую в одну и ту же прямую, то есть преобразования $\overline{\overline{\Pi}}$ и $\lambda\overline{\overline{\Pi}}$ тождественны [1], то при исследовании линейчатых поверхностей можно ограничиться рассмотрением моторных преобразований, осуществляемых диадиками, удовлетворяющими условию $D(\overline{\overline{\Pi}}) = -1$.

Если ограничиться моторными диадиками $\overline{\overline{\Pi}}$, удовлетворяющими условию: $D(\overline{\overline{\Pi}}) = -1$, то инвариантом моторных преобразований линейчатого пространства будет смешанное произведение шести моторов. Это легко показать.

Рассмотрим смешанное произведение шести моторов [1]

$$(\hat{A}_1\hat{A}_2\hat{A}_3\hat{A}_4\hat{A}_5\hat{A}_6) = s \text{ и } (\overline{\overline{\Pi}}\hat{A}_1,\ \overline{\overline{\Pi}}\hat{A}_2,\ \overline{\overline{\Pi}}\hat{A}_3,\ \overline{\overline{\Pi}}\hat{A}_4,\ \overline{\overline{\Pi}}\hat{A}_5,\ \overline{\overline{\Pi}}\hat{A}_6) = s',$$

где $\overline{\overline{\Pi}}$ — моторный диадик, удовлетворяющий условию $D(\overline{\overline{\Pi}}) = -1$, $\hat{A}_i$ — моторы ($i = 1, 2, \ldots, 6$).

---

*) О моторах см. [1].

$$s' = \begin{vmatrix} P_{k1}A_{1,k+3} & P_{k2}A_{1,k+3} & \ldots & P_{k6}A_{1,k+3} \\ P_{k1}A_{2,k+3} & P_{k2}A_{2,k+3} & \ldots & P_{k6}A_{2,k+3} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ P_{k1}A_{6,k+3} & P_{k2}A_{6,k+3} & \ldots & P_{k6}A_{6,k+3} \end{vmatrix} =$$

$$= (\hat{A}_1\hat{A}_2\hat{A}_3\hat{A}_4\hat{A}_5\hat{A}_6) \times \begin{vmatrix} P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} & P_{45} & P_{46} \\ P_{51} & P_{52} & P_{53} & P_{54} & P_{55} & P_{56} \\ P_{61} & P_{62} & P_{63} & P_{64} & P_{65} & P_{66} \\ P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} & P_{15} & P_{16} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} & P_{25} & P_{26} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} & P_{35} & P_{36} \end{vmatrix}.$$

Поменяв местами три пары строк во втором определителе, получим:

$$s' = -(\hat{A}_1\hat{A}_2\hat{A}_3\hat{A}_4\hat{A}_5\hat{A}_6) \times D(\overline{\overline{\Pi}}) = -s \times D(\overline{\overline{\Pi}}).$$

Так как $D(\overline{\overline{\Pi}}) = -1$, то $s' = s$.

Вернёмся к уравнению (1) и введём функцию $s = s(t)$ следующим образом:

$$s = \int_{t_0}^{t_1} |(\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\ddddot{\hat{R}}\hat{R}^{(5)}\hat{R}^{(6)})|^{\frac{1}{15}} dt \qquad (2),$$

где $\dot{\hat{R}}$, $\ddot{\hat{R}}, \ldots$ — производные от $\hat{R}$ по t *), а функция $\hat{R}(t)$ дифференцируема по t необходимое число раз. Из равенства (2) следует, что $\frac{ds}{dt} > 0$. Последнее свидетельствует о том, что t является однозначной функцией от $s: t = t(s)$. Правую часть уравнения (1) линейчатой поверхности в таком случае можно представить в виде функции от s. Полагая, что $\hat{R}(s)$ дифференцируема по s необходимое число раз (обозначим производные от $\hat{R}$ по s через $\hat{R}^{\mathrm{I}}$, $\hat{R}^{\mathrm{II}}, \ldots$) и $s(t)$ дифференцируема по t необходимое число раз, вычислим производные от $\hat{R}$ по t, считая, что $\hat{R}$ зависит сложным образом от t через s.

*) Производной от мотора $\hat{R}$ по вещественному параметру t называется мотор $\dot{\hat{R}}$, координатами которого являются производные от координат мотора $\hat{R}$.

Подставляя в инвариантные относительно моторных преобразований выражения $(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}})$ и $(\overset{......}{\hat{R}}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}})$ значения вычисленных производных и применяя распределительный закон, получим:

$$(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}}) = (\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V})\left(\frac{ds}{dt}\right)^{15} \ldots \qquad (4),$$

$$(\overset{......}{\hat{R}}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}}) = (\hat{R}^{VI}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V})\left(\frac{ds}{dt}\right)^{21} \ldots \qquad (5).$$

Так как $\frac{ds}{dt} > 0$, то, учитывая равенства (2) и (4) получим:

$$(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}) = \pm 1 \qquad (6)$$

причём $(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}) = 1$, если в рассматриваемой области изменения t $(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}}) > 0$ и $(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}) = -1$, если $(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}}) < 0$ (будем рассматривать те значения t, при которых $(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}}) \neq 0$).

Назовём

$$s = \int_{t_0}^{t_1} |(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}})|^{\frac{1}{15}}\, dt \qquad (7)$$

длиной моторной дуги линейчатой поверхности $\hat{R}(t)$, заключённой между образующими поверхности, соответствующим значениям параметра t_0 и t_1, взятым из области, в которой выполняются перечисленные выше условия.

Так как моторная дуга поверхности вычисляется лишь при помощи величины, инвариантной относительно моторных преобразований то понятие о ней относится к внутренней моторной геометрии поверхности.

Если смешанное произведение шести моторов не равно нулю, то любой мотор можно однозначно представить в виде линейной комбинации этих моторов. Так как мы приняли $(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}) \neq 0$, то любой мотор, например, $\hat{R}^{VI}$ можно представить в виде линейной комбинации этих шести моторов, связанных с линейчатой поверхностью:

$$\hat{R}^{VI} = a\hat{R} + b\hat{R}^{I} + c\hat{R}^{II} + d\hat{R}^{III} + e\hat{R}^{IV} + f\hat{R}^{V}. \qquad (8)$$

Коэффициенты дифференциального уравнения для данной поверхности можно вычислить при помощи ортогонально нормальной системы моторов. Обозначим систему моторов ортогонально нормальных моторам $\hat{R}, \hat{R}^{I}, \ldots, \hat{R}^{V}$, через $\hat{R}^{*}, \hat{R}^{I*}, \ldots, \hat{R}^{V*}$:

$$\hat{R}^{*}=\frac{1}{\Delta}[\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}]; \quad \hat{R}^{I*}=\frac{1}{\Delta}[\hat{R}^{II},\ \hat{R}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}];$$

$$\hat{R}^{II*}=\frac{1}{\Delta}[\hat{R}^{I}\hat{R}^{III}\hat{R}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V}]; \quad \hat{R}^{III*}=\frac{1}{\Delta}[\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{IV}\hat{R}\hat{R}^{V}]; \qquad (9)$$

$$\hat{R}^{IV*}=\frac{1}{\Delta}[\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{V}\hat{R}]; \quad \hat{R}^{V*}=\frac{1}{\Delta}[\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}\hat{R}^{IV}],$$

где $\Delta=(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V})$ (см. [1])

$$a=(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{*}); \quad b=(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{I*}); \quad c=(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{II*})$$

$$d=(\check{R}^{VI}\hat{R}^{III*}); \quad e=(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{IV*}); \quad f=(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{V*}) \qquad (10).$$

Так как

$$\frac{d(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V})}{ds}=(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{VI}),$$

то $f=(\ln\Delta)'$. Но $\Delta=\pm 1$, следовательно, $f=0$. Уравнение (8) примет вид:

$$\hat{R}^{VI}=a\hat{R}+b\hat{R}^{I}+c\hat{R}^{II}+d\hat{R}^{III}+e\check{R}^{IV}. \qquad (11).$$

Как очевидно, a, b, c, d, e являются функциями от s, инвариантными относительно моторных преобразований *). Их можно назвать моторными инвариантами линейчатой поверхности.

Для всякой линейчатой поверхности, моторная дуга которой существует, т. е. в случае, если $(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\ddddot{\hat{R}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\hat{R}})\neq 0$, можно вычислить моторные инварианты и составить инвариантное относительно моторных преобразований дифференциальное уравнение (11). Эквивалентные поверхности $\hat{R}_1(s)$ и $\hat{R}_2(s)$ будут иметь равные моторные инварианты a, b, c, d, e и одно

---

*) Например, a после моторных преобразований будет равно (имеем в виду невырожденное преобразование):

$$\frac{-D(\bar{\bar{\Pi}})\,(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V})}{-D(\bar{\bar{\Pi}})\,(\hat{R}\hat{R}^{I}\hat{R}^{II}\hat{R}^{III}\hat{R}^{IV}\hat{R}^{V})}=(\hat{R}^{VI}\hat{R}^{*}).$$

и то же дифференциальное уравнение. Действительно, если существует моторное преобразование $\overline{\overline{\Pi}}$, переводящее моторную функцию $\hat{R}_1(s)$ в $\hat{R}_2(s)$, то оно переведёт также и любую производную функцию $\hat{R}_1^{(n)}(s)$ в производную функцию $\hat{R}_2^{(n)} s$:

$$\hat{R}_2^{\mathrm{I}}(s) = \frac{d\hat{R}_2(s)}{ds} = \frac{d\overline{\overline{\Pi}}\hat{R}_1(s)}{ds} =$$

$$= \frac{d(\hat{P}_4 R_{11}(s) + \hat{P}_5 R_{12}(s) + \hat{P}_6 R_{13}(s) + \hat{P}_1 R_{14}(s) + \hat{P}_2 R_{15}(s) + \hat{P}_3 R_{16}(s)}{ds} =$$

$$= \hat{P}_4 \frac{dR_{11}(s)}{ds} + \ldots + \hat{P}_3 \frac{dR_{16}(s)}{ds} = \overline{\overline{\Pi}} \frac{d\hat{R}_1(s)}{ds} = \overline{\overline{\Pi}}\hat{R}_1^{\mathrm{I}}(s).$$

Аналогично можно доказать, что $\overline{\overline{\Pi}}\hat{R}_1^{\mathrm{II}}(s) = \hat{R}_2^{\mathrm{II}}(s) \ldots$ Но тогда поверхности $\hat{R}_1(s)$ и $\hat{R}_2(s)$ будут иметь равные моторные инварианты.

Отметим попутно, что равенство (4) можно записать в виде симметричном относительно обоих параметров t и s:

$$(\hat{R}\dot{\hat{R}}\ddot{\hat{R}}\dddot{\hat{R}}\overset{....}{\hat{R}}\overset{.....}{\hat{R}})\,dt^{15} = (\hat{R}\hat{R}^{\mathrm{I}}\hat{R}^{\mathrm{II}}\hat{R}^{\mathrm{III}}\hat{R}^{\mathrm{IV}}\hat{R}^{\mathrm{V}})\,ds^{15}.$$

Это указывает на то, что бесконечно-малый 15 порядка скаляр $(\hat{R}\hat{R}^{\mathrm{I}}\hat{R}^{\mathrm{II}}\hat{R}^{\mathrm{III}}\hat{R}^{\mathrm{IV}}\hat{R}^{\mathrm{V}})\,ds^{15}$ инвариантен при переходе к любой другой параметризации.

Вернёмся к уравнению (11). Существование поверхности, определяемой им, следует из общей теории линейных дифференциальных уравнений при условии, что a, b, c, d, e удовлетворяют обычным требованиям, налагаемым на коэффициенты дифференциального уравнения.

Обозначим скалярные координаты мотора $\hat{R}(s)$ через x_k $(k=1, \ldots, 6)$ и разложим уравнение (11) на скалярные дифференциальные уравнения:

$$x_k^{\mathrm{VI}} = a x_k + b x_k^{\mathrm{I}} + c x_k^{\mathrm{II}} + d x_k^{\mathrm{III}} + e x_k^{\mathrm{IV}}. \tag{12}$$

В силу равенства коэффициентов эти шесть линейных однородных уравнений будут иметь одну и ту же фундаментальную систему частных решений: $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_6$ и одно и то же общее решение. Совокупность шести частных решений, полученных из общего при определенных численных значениях постоянных интегрирования определит образующую некоторой определенной линейчатой поверхности $\hat{R}(s)$.

Определение. Назовём частное решение уравнения (11), имеющее координаты

$$x_k = A_{ki}\varphi_i, \tag{13}$$

где $i, k = 1, 2, \ldots, 6$ полным, если моторы $\hat{A}_k$ (A_{ki}) линейно независимы.

Теорема. Любая поверхность, имеющая моторную дугу и определяемая уравнением (11), эквивалентна каждой поверхности, определяемой полным частным решением этого уравнения.

Рассмотрим две поверхности, имеющие моторную дугу и определяемые уравнением (11) $\hat{R}(s)$ и $\overset{*}{\hat{R}}(s)$, причём $\hat{R}(s)$ является полным частным решением уравнения (11).

Обозначив скалярные координаты $\hat{R}(s)$ и $\overset{*}{\hat{R}}(s)$ соответственно через x_i и $\overset{*}{x}_i$, где $i = 1, 2, \ldots, 6$, сможем записать:

$$x_i = A_{ik}\varphi_k; \quad \overset{*}{x}_i = \overset{*}{A}_{ik}\varphi_k.$$

Причём по условию

$$(\hat{A}_1\hat{A}_2\hat{A}_3\hat{A}_4\hat{A}_5\hat{A}_6) \neq 0.$$

Представим $\hat{R}(s)$ и $\overset{*}{\hat{R}}(s)$ в виде:

$$\hat{R} = x_i\hat{E}_i = A_{ik}\varphi_k\hat{E}_i;$$

$$\overset{*}{\hat{R}} = \overset{*}{x}_i\hat{E}_i = \overset{*}{A}_{ik}\varphi_k\hat{E}_i;$$

и попытаемся построить моторный диадик $\overline{\overline{\Pi}} = \hat{P}_k\hat{E}_k$, преобразующий мотор $\hat{R}$ в мотор $\overset{*}{\hat{R}}$. Тогда:

$$\overset{*}{\hat{R}} = \overline{\overline{\Pi}}\hat{R} = \hat{P}_k x_{k+3}.$$

Подставляя значение $\overset{*}{\hat{R}}$ и x_k, получим:

$$\overset{*}{A}_{ik}\varphi_k\hat{E}_i = \hat{P}_4A_{1k}\varphi_k + \hat{P}_5A_{2k}\varphi_k + \hat{P}_6A_{3k}\varphi_k +$$
$$+ \hat{P}_1A_{4k}\varphi_k + \hat{P}_2A_{5k}\varphi_k + \hat{P}_3A_{6k}\varphi_k.$$

Приравнивая коэфициенты при $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_6$, получим шесть моторных уравнений:

$$\hat{P}_4A_{1k} + \hat{P}_5A_{2k} + \hat{P}_6A_{3k} + \hat{P}_1A_{4k} + \hat{P}_2A_{5k} + \hat{P}_3A_{6k} = \overset{*}{A}_{ik}\hat{E}_i.$$

Равенство двух моторов возможно лишь при равенстве их скалярных координат, поэтому:

$$P_{4l}A_{1k}+P_{5l}A_{2k}+P_{6l}A_{3k}+P_{1l}A_{4k}+P_{2l}A_{5k}+P_{3l}A_{6k}=\overset{*}{A}_{lk}.$$

Принимая i, $k=1, 2, \ldots, 6$, получим 36 уравнений для определения 36 неизвестных скалярных координат моторного диадика $\overline{\overline{\Pi}}$. Системы вида:

$$\left.\begin{array}{l} P_{4l}A_{11}+P_{5l}A_{21}+P_{6l}A_{31}+P_{1l}A_{41}+P_{2l}A_{51}+P_{3l}A_{61}=\overset{*}{A}_{l1} \\ P_{4l}A_{12}+P_{5l}A_{22}+P_{6l}A_{32}+P_{1l}A_{42}+P_{2l}A_{52}+P_{3l}A_{62}=\overset{*}{A}_{l2} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ P_{4l}A_{16}+P_{5l}A_{26}+P_{6l}A_{36}+P_{1l}A_{46}+P_{2l}A_{56}+P_{3l}A_{66}=\overset{*}{A}_{l6} \end{array}\right\},$$

из которых определяются координаты $\overline{\overline{\Pi}}$, имеют определённое решение, так как $(\hat{A}_1\hat{A}_2\hat{A}_3\hat{A}_4\hat{A}_5\hat{A}_6)\neq 0$.

Следовательно, существует моторное преобразование $\overline{\overline{\Pi}}$, переводящее поверхность $\hat{R}(s)$ в поверхность $\overset{*}{\hat{R}}(s)$; поверхность $\overset{*}{\hat{R}}(s)$ эквивалентна поверхности $\hat{R}(s)$.

Образующую линейчатой поверхности можно задать моторами, осью которых она является, имеющими различные параметры. Возьмём две моторные функции $\hat{R}_1(t)$ и $\hat{R}_2(t)$, определяющие одну и ту же линейчатую поверхность: тогда моторы $\hat{R}_1(t)$ и $\hat{R}_2(t)$, соответствующие каждому значению t будут иметь общую ось и разные параметры. Наличие общей оси накладывает на моторы $\hat{R}_1(t)$ и $\hat{R}_2(t)$ условие:

$$\overline{R}_2(t)=\lambda\overline{R}_1(t).$$

Так как линейчатая поверхность образуется движением её образующей, то λ является постоянной величиной, не изменяются также при изменении t параметры моторов $\hat{R}_1(t)$ и $\hat{R}_2(t)$, которые мы обозначим соответственно через p_1 и p_2. На основании уравнения оси мотора [1] можно записать:

$$\overline{R}_{10}(t)=p_1\overline{R}_1(t)+[\overline{r}(t),\ \overline{R}_1(t)],$$

$$\overline{R}_{20}(t)=p_2\overline{R}_2(t)+[\overline{r}(t),\ \overline{R}_2(t)];$$

$$\overline{R}_{20}(t)=\lambda p_2\overline{R}_1(t)+\lambda[\overline{r}(t),\ \overline{R}_1(t)],$$

где $\bar{r}(t)$ — радиус-вектор некоторой точки оси, координаты которого обозначим: $r_1(t)$, $r_2(t)$, $r_3(t)$.

При невырожденным моторном преобразовании моторные функции $\hat{R}_1(t)$ и $\hat{R}_2(t)$ перейдут в моторные функции $\overset{*}{\hat{R}}_1(t)$ и $\overset{*}{\hat{R}}_2(t)$, причём каждому значению t будут соответствовать, вообще говоря, моторы, имеющие разные оси и разные параметры [1].

Оси моторов $\overset{*}{\hat{R}}_1(t)$ и $\overset{*}{\hat{R}}_2(t)$ в силу этого можно будет рассматривать как образующие различных линейчатых поверхностей. Но при этом оказывается, что полученные линейчатые поверхности эквивалентны, так как существует моторное преобразование, переводящее поверхность $\overset{*}{\hat{R}}_1(t)$ в поверхность $\overset{*}{\hat{R}}_2(t)$.

Это моторное преобразование $\overline{\overline{\Pi}}^{II}$ имеет вид:

$$\overline{\overline{\Pi}}^{II} = \overline{\overline{\Pi}}^{-1} \cdot (\overline{\overline{\Pi}}^{I} \cdot \overline{\overline{\Pi}}),$$

где $\overline{\overline{\Pi}}$ — моторный диадик, преобразующий моторную функцию $\hat{R}_1(t)$ в $\hat{R}_2(t)$, $\overline{\overline{\Pi}}^{-1}$ — моторный диадик, обратный моторному диадику $\overline{\overline{\Pi}}$, а $\overline{\overline{\Pi}}^{I}$ имеет вид:

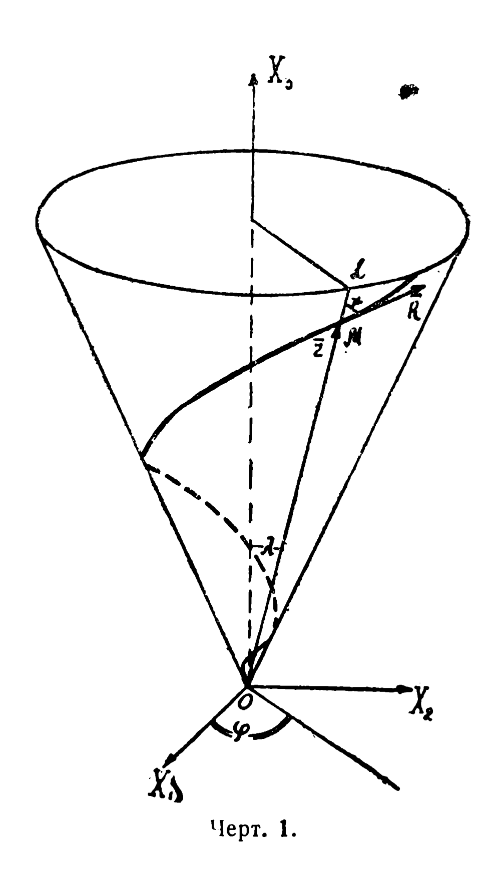
$$\overline{\overline{\Pi}} = \left\{ \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda \\ \lambda & 0 & 0 & \lambda(p_2 - p_1) & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 & \lambda(p_2 - p_1) & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 & \lambda(p_2 - p_1) \end{matrix} \right\}$$

(Доказательство вышеуказанного предложения не приводится в виду того, что оно громоздко).

В виду того, что линейчатые поверхности $\overset{*}{\hat{R}}_1(t)$ и $\overset{*}{\hat{R}}_2(t)$ эквивалентны, они имеют одинаковые моторные инварианты и одно и то же дифференциальное уравнение.

Мною были найдены моторные инварианты и составлено дифференциальное уравнение линейчатой поверхности, образующие которой являются касательными к конической спирали (черт. 1).

Коническая спираль образуется точкой M, которая одновременно движется по прямой OL со скоростью, пропорциональной расстоянию OM подвижной точки M до точки O,



Черт. 1.

и вместе с прямой OL вращается около оси OX_3. При этом прямая OL описывает круглую коническую поверхность, а плоскость осевого сечения X_3OL вращается с постоянной угловой скоростью ω.

Введём прямоугольную систему координат $OX_1X_2X_3$. Величина радиуса-вектора точки M определяется из условия:

$$\frac{dr}{dt} = mr; \quad \frac{dr}{dt} = mdt; \quad \ln\frac{r}{r_0} = mt, \quad r = r_0e^{mt},$$

где m — коэффициент пропорциональности.

Обозначив постоянный угол, который составляет прямая OL с осью X_3 через λ, а переменный угол, который составляет проекция OL на плоскости X_1X_2 с осью X_1 через $\varphi = \omega t$ (t — переменный параметр), получим следующие проекции радиуса-вектора любой точки кривой на оси выбранной координатной системы:

$$\begin{aligned} x_1 &= r_0e^{mt}\sin\lambda\cdot\cos\omega t; \\ x_2 &= r_0e^{mt}\sin\lambda\cdot\sin\omega t; \\ x_3 &= r_0e^{mt}\cdot\cos\lambda. \end{aligned} \tag{14}$$

Нас интересует поверхность касательных конической спирали, следовательно, необходимо найти мотор $\hat{R}(t)\{x_к(t)\}$ ($k=1, 2, \ldots, 6$), определяющий касательную в любой точке конической спирали.

Обозначив через ψ постоянный угол, образуемый направляющим вектором касательной в любой точке M конической спирали с прямой OL, получим следующие координаты единичного направляющего вектора касательной к конической спирали в системе $OX_1X_2X_3$:

$$X_1 = \frac{x_1^1}{\sqrt{x_1^{12} + x_2^{12} + x_3^{12}}} = \frac{r_0 e^{mt} \sin\lambda\,(m\cos\omega t - \omega\sin\omega t)}{r_0 e^{mt}\sqrt{m^2 + \omega^2 \cdot \sin^2\lambda}}.$$

Учитывая соотношение:

$$\operatorname{ctg}\psi = \frac{m}{\omega \cdot \sin\lambda}\ [2]$$

получим:

$$X_1 = \frac{\sin\psi}{\omega}(m \cdot \cos\omega t - \omega \cdot \sin\omega t);$$
$$X_2 = \frac{\sin\psi}{\omega}(m\sin\omega t + \omega\cos\omega t); \qquad (15)$$
$$X_3 = \cos\lambda \cdot \cos\psi.$$

На основании равенств (14) и (15) можно вычислить момент направляющего вектора касательной относительно начала координат:

$$X_4 = -r_0 e^{mt}\cos\lambda \cdot \sin\psi\cos\omega t;$$
$$X_5 = -r_0 e^{mt}\cos\lambda\sin\psi\sin\omega t; \qquad (16)$$
$$X_6 = r_0 e^{mt}\sin\lambda\sin\psi.$$

Формулы (15) и (16) и определяют мотор $\hat{R}(t)$, которым можно задать рассматриваемую линейчатую поверхность.

Выведя, как вычисляются моторные инварианты линейчатой поверхности в случае, если она задана не как функция от моторной дуги s, а, как в нашем случае, как функция произвольного параметра t, получим, что моторная дуга рассматриваемой поверхности удовлетворяет условию:

$$\frac{ds}{dt} = |Ke^{3mt}|^{\frac{1}{15}},$$

где

$$K = r_0^3 \sin^5\psi \cdot \cos\psi \cdot \sin\lambda \cdot \cos^3\lambda \times$$
$$\times m^3\omega^4(m^2 + \omega^2)(m^6 + 6m^4\omega^2 + 9m^2\omega^4 + 4\omega^6).$$

Моторные инварианты поверхности имеют вид:

$$a = 0;$$

$$b = \frac{1}{e^{mt}}\left(K_4 m + \frac{mK^3}{5K^{\frac{1}{15}}} + \frac{m^3 K_2}{25K^{\frac{2}{15}}} + \frac{m^3 K_1}{125K^{\frac{3}{15}}} + \frac{14m^5}{3125K^{\frac{5}{15}}}\right);$$

$$c = \frac{1}{e^{\frac{4mt}{5}}}\left(K_3 + \frac{3m^2 K_2}{5K^{\frac{1}{15}}} + \frac{7m^2 K_1}{25K^{\frac{2}{15}}} + \frac{194m^4}{625K^{\frac{4}{15}}}\right);$$

$$d = \frac{1}{e^{\frac{3mt}{5}}}\left(K_2 m + \frac{6mK_1}{5K^{\frac{1}{15}}} + \frac{57m^3}{25K^{\frac{3}{15}}}\right);$$

где

$$e = \frac{1}{e^{\frac{2mt}{5}}}\left(K_1 + \frac{17m^2}{5K^{\frac{2}{15}}}\right);$$

$$K_1 = -\frac{3m^8 + 20m^6\omega^2 + 39m^4\omega^4 + 30m^2\omega^6 + 8\omega^8}{K^{\frac{2}{15}}(4\omega^6 + 9m^2\omega^4 + 6m^4\omega^2 + m^6)};$$

$$K_2 = \frac{m^8 + 10m^6\omega^2 + 33m^4\omega^4 + 40m^2\omega^6 + 16\omega^8}{K^{\frac{3}{15}}(4\omega^6 + 9m^2\omega^4 + 6m^4\omega^2 + m^6)};$$

$$K_3 = -\frac{\omega^2(3m^8 + 19m^6\omega^2 + 33m^4\omega^4 + 21m^2\omega^6 + 4\omega^8)}{K^{\frac{4}{15}}(4\omega^6 + 9m^2\omega^4 + 6m^4\omega^2 + m^6)};$$

$$K_4 = \frac{\omega^2(m^8 + 7m^6\omega^2 + 15m^4\omega^4 + 13m^2\omega^6 + 4\omega^8)}{K^{\frac{5}{15}}(4\omega^6 + 6m^2\omega^4 + 6m^4\omega^2 + m^6)}.$$

Зная моторные инварианты, можно написать и дифференциальное уравнение (11) для данной поверхности.

Моторные преобразования линейчатых поверхностей находят применение в механике. Рассмотрим следующую задачу:

Возьмём два различных тела, инерциальные свойства которых определяются моторными диадиками $\overline{\overline{T}}_1$ и $\overline{\overline{T}}_2$, („диадами инерции"), имеющие количества движения, определяемые моторами $\hat{C}_1$ и $\hat{C}_2$ и подействуем на них одинаковыми системами сил. Обозначим мгновенный силовой мотор через $\hat{K}$, а мгновенные моторы скоростей тел $\hat{G}_1$ и $\hat{G}_2$. Посмотрим, как зная инерциальные свойства тел и скорость первого тела, определить скорость второго тела.

Известно:

$$\bar{\bar{T}}_1 \hat{G}_1 = \hat{I}_1; \qquad \frac{d\hat{I}_1}{dt} = \hat{K};$$

$$\bar{\bar{T}}_2 \hat{G}_2 = \hat{I}_2 \qquad \frac{d\hat{I}_2}{dt} = \hat{K}; \qquad [3]$$

где $\hat{I}_1$ и $\hat{I}_2$ — мгновенные моторы количества движения. Отсюда:

$$\hat{I}_1 = \int \hat{K}\,dt + \hat{C}_1;$$

$$\hat{I}_2 = \int \hat{K}\,dt + \hat{C}_2;$$

$$\bar{\bar{T}}_1 \hat{G}_1 - \hat{C}_1 = \bar{\bar{T}}_2 \hat{G}_2 - \hat{C}_2.$$

Подвергнем моторы обеих частей равенства моторному преобразованию $\bar{\bar{T}}_2^{-1}$:

$$\bar{\bar{T}}_2^{-1} (\bar{\bar{T}}_1 \hat{G}_1 - \hat{C}_1) = \bar{\bar{T}}_2^{-1} (\bar{\bar{T}}_2 \hat{G}_2 - \hat{C}_2).$$

Отсюда:

$$(\bar{\bar{T}}_1 \cdot \bar{\bar{T}}_2^{-1}) \hat{G}_1 - \bar{\bar{T}}_2^{-1} \hat{C}_1 = (\bar{\bar{T}}_2 \cdot \bar{\bar{T}}_2^{-1}) \hat{G}_2 - \bar{\bar{T}}_2^{-1} \hat{C}_2.$$

Так как $\bar{\bar{T}}_2 \bar{\bar{T}}_2^{-1} = \bar{\bar{E}}$, получим искомый мотор:

$$\hat{G}_2 = (\bar{\bar{T}}_1 \cdot \bar{\bar{T}}_2^{-1}) \hat{G}_1 + \bar{\bar{T}}_2^{-1} (\hat{C}_2 - \hat{C}_1).$$

Если в начальный момент тела обладают одинаковыми количествами движения, т. е. $\hat{C}_1 = \hat{C}_2$, то

$$\hat{G}_2 = (\bar{\bar{T}}_1 \cdot \bar{\bar{T}}_2^{-1}) \hat{G}_1,$$

следовательно, существует моторное преобразование

$$\bar{\bar{\Pi}} = \bar{\bar{T}}_1 \bar{\bar{T}}_2^{-1},$$

преобразующее мотор мгновенной скорости первого тела $\hat{G}_1$ в мотор мгновенной скорости первого тела $\hat{G}_2$. При дальнейшем действии одинаковых систем сил на выбранные тела, т. е. при переменном $\hat{K}(t)$ будем получать соответственно моторы $\hat{G}_1(t)$ и $\hat{G}_2(t)$, определяющие образующие некоторых

линейчатых поверхностей. Если $\hat{C}_1 = \hat{C}_2$ вторую линейчатую поверхность можно будет получить из первой путём моторного преобразования $\overline{\overline{T}}_1 \cdot \overline{\overline{T}}_2^{-1}$, в силу чего эти поверхности будут эквивалентны. Они будут иметь одинаковую моторную дугу и моторные инварианты, моторные функции $\hat{G}_1(t)$ и $\hat{G}_2(t)$ определяющие их, будут решениями одного дифференциального уравнения вида (11).

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Чернова М. Л. „Некоторые геометрические свойства моторных диадиков". Ученые записки УГПИ. Выпуск IX, 1956 г.
2. Выгодский, „Дифференциальная геометрия", 1949.
3. R. Mises, „Motorrechnung, ein neues Hilfsmittel der Mechanik", Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, B. 4, H. 2, 1924, Berlin.

БИОЛОГИЯ

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

Н. Н. БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПЧЕЛИНЫХ — ОПЫЛИТЕЛЕЙ ЛЮЦЕРНЫ И ИХ РАБОТА В СРАВНЕНИИ С РАБОТОЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

В производственных сельскохозяйственных журналах у нас и за рубежом продолжает дебатироваться вопрос о роли медоносных пчел в опылении люцерны.

Ниже мы приводим тщательные наблюдения за работой опылителей на люцерне, которые, как нам кажется, вносят ясность в этот вопрос.

Наблюдения проводились в течение всего лета 1952 и 1953 годов на люцерновых полях колхоза «Ленинец», Ульяновского района, Ульяновской области, и колхоза «40 лет Октября», Сурского района, Ульяновской области.

Сначала каснемся вопроса колебания численности одиночных пчел в сравнении с колебанием численности медоносных пчел на посевах люцерны.

Основным методом учета пчелиных на люцерне явился следующий.

На площадке в 10 м длины и в 1 м ширины при медленном движении отмечались основные опылители и вылавливались некоторые из них. Основные опылители люцерны — пчелы Melitturga, Melitta, Rophites, а также и Apis mellifera имеют характерные внешние признаки, легко различимые на глаз в природных условиях. Во время учета на десятиметровках точно отмечалось время начала и конца наблюдений.

Тетрадь учетов была предварительно разграфлена следующим образом:

Дата	Место наблюдения	Время суток	Температура	Влажн. воздуха	Скорость ветра

№ площадки	Начало	Конец	Виды пчел	Количество их

По учетной площадке наблюдатель проходит так, чтобы его тень не падала прямо перед ним, а сбоку или сзади. Кроме того, учитывалось и направление ветра. Все это делалось для того, чтобы не спугнуть работающих на люцерне пчел.

Сама 10-метровая площадка предварительно не закладывалась, а выделялась таким образом: один конец десятиметровой веревки привязывался к какому-нибудь стеблю, а другой конец был постоянно закреплен на ремне полевой сумки. Наблюдатель, закрепив свободный конец бечевки, записывал время начала наблюдения и очень медленно двигался в намеченном направлении, фиксируя основных опылителей люцерны на полосе шириной приблизительно в 1 м. Наблюдатель двигается до тех пор, пока не натянется бечевка — это сигнал, что уже пройдено 10 метров, в этот момент он записывает время конца наблюдения.

Количество пчел отмечалось по мере движения в графе единицами. Потом наблюдатель резким движением обрывает стебелек, на котором была закреплена веревка. Другую подобную площадку он может заложить в любом месте интересующего его массива люцерны.

Применяя указанный метод учета опылителей, мы разрешали поставленные задачи:

1) учесть количественные соотношения основных видов пчелиных опылителей люцерны для сравнения (Melitturga, Rophites canus, Melitta, Apis) в течение периода цветения люцерны.

2) зафиксировать, на каких микроучастках больше концентрируются опылители, на каких-меньше.

3) установить распределение пчелиных опылителей на вариантах опытов по механическому раскрыванию цветков.

4) установить суточную динамику указанных основных опылителей на люцерне, их зависимость от температуры, солнечного освещения, ветра и влажности.

Кроме этого метода учета, примененного во время исследований 1952 и 1953 гг., применялись и дополнительные методы. В 1952 г. на люцерновых полях колхоза «Ленинец» использовался метод кошения стандартным сачком из мельничного газа. При этом способе учитывалось количество пчел на 25, на 50 и на 100 взмахов.

В 1953 г. на семенной люцерне колхоза «40 лет Октября», Сурского района, как дополнительный метод учета, применялся метод часовых выловов пчел на люцерне и частично метод метровых площадок, на которых наблюдения велись по 15 минут.

До начала цветения люцерны наблюдения за пчелиными и сборы их проводились на лугах, на целинных участках, в заросших оврагах, на опушках лесов и на полянах. Экскурсии на эти места были так же предприняты во время цветения люцерны. Экскурсии позволили более или менее точно обследовать район исследования в природном отношении, получить представле-

ние о фауне пчелиных и изучить природные условия их гнездования.

На основании учетов на посевах люцерны на десятиметровых площадках, проводимых в 1952 и 1953 гг., составлены графики колебания численности основных опылителей люцерны в сравнении с численностью медоносных пчел. Графики составлялись следующим образом. Вычислялось среднее количество пчел каждого вида (мелиттурга, мелитта, рофитес и медоносных пчел), приходящихся на один учет на каждый день наблюдений. Для этого изготовлялась табличка, в которой по вертикали был помечен ряд чисел, означающих число пчел на учетной площадке, а по горизонтали проставлялось количество заложенных за определенный день площадок в графах соответствующих пчел в них. Затем вычислялось общее количество пчел на всех площадках, а также подсчитывалось общее количество площадок. И по этим данным устанавливалось среднее количество пчел на один учет на площадке 10 м^2.

Для примера приведем вычисление среднего количества пчел Rophites canus Eversm на один учет на площадке 10 м^2 (таблица № 1).

Подобные вычисления проводились для всех пчел — основных опылителей люцерны — и для медоносной пчелы.

Вычисленные средние количества пчел на один учет позволили составить графики (черт. 1, 2, 3, 4), показывающие колебания численности основных опылителей люцерны и медоносных пчел на полях люцерны в колхозе «Ленинец», Ульяновского района, и в колхозе «40 лет Октября», Сурского района, за период цветения люцерны.

Графики на черт. 1, 2, 3, составленные в 1952 г. (колхоз «Ленинец»), раскрывают следующую картину.

В течение всего времени цветения изменялся видовой состав пчел и колебалось количество их. Во второй половине июня и в первой половине июля пчелы рода мелиттурга преобладали над остальными. Максимум их — конец июня, начало июля. Пчелы рода мелитта были в небольшом количестве распространены на посевах люцерны более или менее равномерно. Появились они на посевах после первого июля. Пчелы рода рофитес появились на посевах в начале июля, в средине июля наблюдалось их максимальное количество. Пчелы медоносные на люцерне появились в конце июля, а в начале августа, когда наблюдалось обильное цветение второго укоса фуражной люцерны, достигли своего максимума, который почти в четыре раза превышал максимум мелиттурги.

Но для того, чтобы в общих чертах судить об эффективности этих родов пчел как опылителей люцерны, на таблицу была нанесена кривая процента раскрытых цветков, соответствующая проценту обеспеченности опылителями. И оказывается, что большая обеспеченность опылителями совпадает со зна-

Таблица № 1

Рофитес

		Июнь		Июль												
		26	29	1	3	4	5	8	9	11	13	20	21	22	23	25
0 Количество пчел Рофитес на учетах на 10 кв. м.	0	16	9	12	13	9	1	6	3	6	9	1	1	12	4	11
	1				2	2	1	4	2	2	1	2	1	7		2
	2				1	1			2	5	3		4	3		3
	3								2	2	3	2	1	1		3
	4								1	1	1	3		2		
	5								1				1			1
	6									1	1		1			
	7										1		1			1
Общее количество пчел		0	0	0	4	4	1	4	13	28	38	20	30	21	0	30
Общее количесто площадок		16	9	12	16	12	2	10	9	17	19	8	10	25	4	21
Число пчел на одну площадку		0	0	0	0,25	0,33		0,5	0,4	1,44	1,65	1,74	2,53	0,84	0	1,43

чительным количеством диких опылителей, а в дни максимального количества медоносных пчел на люцерне процент вскрытых цветков очень низок, а, следовательно, низка и обеспеченность опылителями.

Эта же кривая обеспеченности опылителями ясно показывает, что опылителей на люцерне летом 1952 г. было явно недостаточно. Максимальное количество вскрытых цветков на семенной люцерне у лесной полосы составляло всего 50%. А как указывают Копержинский и Щибря (1950), обеспеченность люцерны опылителями должна быть равной 90—95%.

Общая картина колебания численности пчелиных — опылителей и изменение их видового состава на люцерне колхоза «40 лет Октября» Сурского района представлена на черт. 4. В начале цветения с 20.VI на люцерне наблюдались только пчелы из родов Halictus, Andrena и из рода Eucera. Потом численность их начала сокращаться. С 26.VI на люцерне отмечена мелиттурга, причем первыми на посеве появляются, самцы, максимум их — конец июня — начало июля. Пчелы рода мелитта появились на люцерне впервые 1 июля. Максимум их наблюдался в средине июля. И примерно в таком количестве они были весь июль, т. е. в течение всего периода цветения люцерны. Пчелы рода рофитес появились на посеве с 1 июля. Максимум их — средина июля. В несколько меньшем количестве, но все же в гораздо большем, чем остальные пчелиные опылители, рофитес наблюдались в течение всего периода цветения люцерны. Медоносные пчелы появились на люцерне в конце июня, почти с самого начала цветения люцерны. Максимум их наблюдается в начале июля, а в количестве, примерно, в два раза меньшем максимального медоносные пчелы отмечены на люцерне в течение всего времени цветения ее.

На этот же график нанесена и кривая обеспеченности опылителями, определенная по числу вскрытых к концу дня цветков. Максимальная обеспеченность опылителями наблюдалась в средине и конце июля, когда имеется наибольшее количество рофитес, мелитты и некоторое увеличение мелиттурги. В дни максимума медоносных пчел — в начале июля — кривая обеспеченности опылителями резко падает. В колхозе «40 лет Октября» Сурского района, максимальная обеспеченность опылителями достигала 90%, а минимальная — 40%.

Кривые, представленные на графиках 1, 2, 3 и 4, дают общую картину распространения на люцерне пчел мелиттурга, мелитта, рофитес и медоносных пчел. Далее мы подробно остановимся на деятельности как опылителей люцерны, каждого из этих видов.

Начнем с описания деятельности пчел рода мелиттурга. Мелиттурги отмечены на люцерне с самого начала ее зацветания, с 10 июня. Если посмотреть кривую колебания численности мелиттурги по дням на участках у лесной полосы и у леса, то

сразу бросается в глаза, что она отмечена на люцерне у полосы с 20 июня, а на люцерне у леса — с 28 июня. Объяснение этого явления таково. К участку люцерны у леса с юго-восточной стороны непосредственно примыкает полоса эспарцета. К 20 июня, когда мы начали вести наблюдения на полях люцерны колхоза «Ленинец», эспарцет находился в самом разгаре цветения. На нем было большое количество шмелей, медоносных пчел, диких пчел, среди которых преобладали мелиттурги — самцы и самки. На люцерне, только начавшей зацветать, опылителей не было, хотя находилась она рядом с эспарцетом. С каждым днем становилось все больше и больше расцветших цветков люцерны, но дикие опылители, и тем более медоносные пчелы, продолжали оставаться на эспарцете. 28 июня был проведен учет опылителей параллельно на эспарцете и на люцерне. На эспарцете на площадке в 10 м^2 за три минуты времени зафиксированы: мелиттурга — 3 экз., медоносная пчела — 19 экз., шмели — 2 экз. На люцерне за три таких учета отмечено: мелиттурга — 1 экз.

При этом следует отметить, что нами определялась энергия цветения люцерны в течение двух месяцев, а как раз на этот период и приходится максимум цветения люцерны. Следовательно, в данном случае эспарцет отвлек от люцерны опылителей.

Несколько сходную картину совместного произрастания люцерны с эспарцетом описывает Овчинников (1950). Указанный автор поставил перед собой задачу проверить рекомендацию профессора Воронежского сельскохозяйственного института А. Н. Успенского о подмешивании при посеве к семенам люцерны и клевера семян эспарцета с целью привлечения пчел опылителей к цветкам люцерны и клевера. Положение это проверялось в 1948 и 1949 годах на Рамонской селекционной станции (Воронежская область). Совместный посев был произведен весной широкорядным способом беспокровно. Нормы высева для люцерны и клевера 4—5 кг/га, а для эспарцета — 7 кг/га. Эспарцет рос разреженно — 1—2 экземпляра на 1 м^2 — и свою роль приманки насекомых сыграл, не угнетая в то же время люцерны и клевера.

Далее автор, не приводя наблюдений за тем, как распределялись пчелы-опылители на этих комбинированных посевах, дает таблицу урожайности. На этой таблице сравниваются урожаи семян клевера и люцерны на широкорядных посевах без эспарцета и на таких же с эспарцетом. Ниже приводится эта таблица Овчинникова (таблица № 2).

Вывод из этой таблицы таков: в совместном посеве урожай семян клевера повысился, а урожай семян люцерны понизился.

Овчинников объясняет снижение урожая семян люцерны при совместном ее посеве с эспарцетом тем, что привлеченные эспарцетом медоносные пчелы отгоняют диких опылителей и с люцерны, а сами медоносные пчелы люцерну не в состоянии опы-

Таблица № 2

(Из работы Б. Ф. Овчинникова, 1950).

	Урожай семян в кг/га	
	Клевер	Люцерна
Широкорядный посев без эспарцета	238±33	110±8
Широкорядный посев с примесью эспарцета . .	345±12	69±7

лить. В этом рассуждении автор ссылается на работу А. А. Щибри (1949). По этому же поводу имеется еще одна работа Щибри А. А. (1947). И в этой работе, как и в предыдущей, положение о том, что медоносные пчелы отгоняют диких пчел с люцерны недостаточно обосновано. В своих выводах автор исходит из сравнения процента раскрытых цветков на южнм и западном массивах люцерны. Южный массив прилегает к пасеке, а западный удален от нее на расстояние 750 метров. На стр. 61 работы А. А. Щибри (1947) приводятся таблицы о проценте раскрытых цветков и проценте плодообразования в зависимости от расстояния от пасеки (таблица № 3). В обоих обследованных массивах процент раскрытых цветков и процент плодообразования увеличивается с расстоянием от пасеки. Причем это увеличение закономерно. Для раскрытых цветков из 22 сравнений за четыре дня только три отклонения от правильного возрастания, а средние величины правильно возрастают в обоих массивах. Для процента же плодообразования все цифры показывают возрастание.

Таблица № 3

(Из работы А. А. Щибри, 1947).

Процент раскрытых цветков люцерны

Дата подсчета	Расстояние от пасеки							
	Южный массив				Западный массив			
	100	300	500	750	750	875	1000	1250
14.VI	66,0	79,4	85,5	93,6	21,7	—	48,8	49,4
15.VI	59,3	71,6	77,5	78,9	30,3	—	61,1	81,0
17.VI	69,8	71,5	78,0	81,9	27,6	37,4	55,0	44,1
18.VI	82,0	76,9	86,7	94,9	43,4	62,4	75,1	74,6
Среднее	69,2	73,1	81,9	87,3	30,9	49,9	60,0	62,6

Процент плодообразования. Южный массив

Расстояние от пасеки	25	100	300	500	750
I повт. % плодообразов.	59,2	62,4	62,7	63,4	71,7
II повт. % плодообразов.	58,9	59,5	62,6	66,3	71,9
Среднее	57,6	61,0	62,6	64,8	71,8

Процент плодообразования. Западный массив

Расстояние от пасеки	750	875	1000	1250
I повт. % плодообразования	46,9	55,1	63,3	66,2
II повт. % плодообразования	42,6	53,8	55,8	60,3
Среднее	44,8	54,4	59,6	63,2

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что имеется какой-то фактор возрастания процента раскрытых цветков и процента плодообразования с изменением расстояния от пасеки. Но нет полной уверенности, что этот фактор — медоносные пчелы. Для обоснования этого положения надо подробно разобрать таблицы Щибри (таблица № 3). В таблицах имеется различие по следующим факторам: 1) южный и западный массив, 2) расстояние от пасеки, 3) процент раскрытых цветков и 4) процент плодообразования. Процент раскрытых цветков определялся в течение четырех дней, а процент плодообразования — в двух повторностях.

Имея три фактора, подлежащих изучению в отношении их взаимосвязи, мы можем их связь изобразить (что не было сделано Щибрей) на двух чертежах, группируя изучаемые факторы попарно. На черт. 5 изображена связь процента раскрытых цветков и процента плодообразования. Мы видим, что имеется правильное возрастание процента плодообразования вместе с возрастанием процента раскрытых цветков как на западном, так и на южном массивах. Но то, что на западном массиве, удаленном от пасеки на 750 м, обе величины ниже, чем на южном, вплотную примыкающем к пасеке,— несколько неожиданно.

Следовательно, если бы медоносные пчелы вредили урожаю семян, то на южном массиве урожай должен быть меньше, а не больше.

Правда, Щибря указывает, что медоносных пчел на западном массиве, несмотря на большую удаленность от пасеки, было больше и объясняет это тем, что почти постоянно дул во-

сточный ветер, и пчелы, вылетая из ульев, летели на запад. Утверждение о такой пассивности пчел мало убедительно: при сильном ветре они вовсе не летают.

На черт. 5 и 6 показана связь процента раскрытых цветков и процента плодообразования с расстоянием. На чертежах пунктиром показаны изменения в зависимости от расстояния за каждый день, сплошной линией — средние величины. Мы видим, что на обоих рисунках кривые для южного и западного массивов резко отделены друг от друга и не только потому, что максимальное расстояние от пасеки для южного массива равно минимальному для западного (750 м), но и потому, что максимальный средний процент раскрытых цветков для западного массива (62,3) меньше минимального среднего процента для южного (69,2). Средний процент раскрытых цветков колеблется для южного массива от 69,2 до 87,3 а для западного — от 30,9 до 62,3.

Следовательно, в целом данные говорят, как будто, за пользу медоносных пчел в опылении люцерны (южный массив у самой пасеки) и, конечно, авторы, защищающие пользу медоносных пчел для люцерны, отнюдь не искажая цифр, а просто их обезличивая, могли бы сказать: «Сравнение средних процентов говорит в пользу полезного значения медоносной пчелы в опылении люцерны».

При сравнении процента плодообразования (черт. 6) разница менее резка: для южного массива средние проценты колеблются от 57,6 до 71,8, а для западного — от 44,8 до 63,2.

Ввиду такой противоречивости показателей по массивам в целом и в пределах каждого массива вряд ли можно согласиться с автором, объясняющим большое количество пчел на западном массиве действием восточного ветра, благодаря чему, будто бы, и снизился урожай семян люцерны. Этому можно было бы поверить, если бы были даны цифры распределения пчелиного населения по полю в тех же местах, где брались пробы на процент раскрытых цветков и на процент плодообразования. Однако Щибря приводит только маленькую табличку о количестве медоносных и диких пчел, попавших в энтомологический сачок за 25 взмахов (в среднем на 5 проб) и притом только для западного массива. Табличка такова:

	Расстояние от пасеки в метрах		
	750—800	1000	1250
Число медоносных пчел	9,2	2,4	0,4
Число диких пчел—опылителей . .	0,0	0,2	1,2

Эта табличка не вяжется с остальными данными. Если бы она отражала истинное распределение пчел на западном массиве, то надо было бы ожидать иных результатов по плодообра-

зованию. В самом деле по данным таблички при переходе от 1000 к 1250 метрам число медоносных пчел уменьшается в шесть раз, а число диких возрастает в шесть раз. В этом случае должна бы проявиться резкая разница в проценте плодообразования, а там разница ничтожная (в среднем 59,6 и 63,2).

Утверждение автора, что медоносные пчелы концентрируются на ближних к пасеке сторонах массивов, интенсивно насыщая полосу шириной около 100 метров, весьма возможно и верно, но не согласуется с черт. 5 и 6. Если бы пчелы в основном были на полосе 100 метров и здесь действовали отрицательно, то надо было бы ожидать низкий уровень процента раскрытых цветков и процента плодообразования в полосе 100 метров и значительный подъем после этого. Это еще соответствует данным западного массива, но совершенно противоречит данным южного. Там резкое возрастание происходит за пределами 300—500 метров. Поэтому можно сказать, что выводы о вредном влиянии медоносных пчел на семенную продуктивность люцерны отнюдь не обоснованы достаточно убедительно. Вероятнее всего, что медоносные пчелы просто не играют никакой роли в опылении люцерны.

Поэтому мы считаем, что и в опытах Овчинникова снижение урожая семян люцерны при совместном посеве с эспарцетом объясняется не тем, что привлеченные эспарцетом медоносные пчелы отогнали диких пчел с люцерны, а тем, что эспарцет отвлек на себя всех опылителей — диких и медоносных пчел, будучи первоклассным медоносом.

В этом суждении мы основываемся на наших наблюдениях над растущими в соседстве эспарцетом и люцерной. В подтверждение того, что дикие пчелы отвлекались с люцерны на эспарцет, были проведены одновременные учеты 28 июня. В дополнение можно привести и одновременные учеты опылителей на эспарцете и на люцерне 2 июля. На эспарцете за 2 минуты отмечено: мелиттурга — 4, медоносная пчела — 1. На люцерне за 14 минут отмечено: мелиттурга — 3, рофитес — 1. Эспарцет к к этому времени уже отцветал, но на нем еще было много пчел. Можно для примера привести еще и учеты пчел на эспарцете и на люцерне кошением. На эспарцете со 100 взмахов: медоносных пчел — 23, мелиттурга — 1. На люцерне со 100 взмахов — галиктус — 1, андрена — 1.

Эспарцет является прекрасным медоносом и вполне естественно, что все пчелиные из одновременно цветущих люцерны и эспарцета выбирают последний и в массе сосредоточиваются на нем. Даже, как показали наши наблюдения, такие опылители люцерны, как мелиттурга, и те предпочли люцерне эспарцет.

Из наших наблюдений и приведенных результатов работы Овчинникова по отношению к люцерне можно сделать такой вывод: рекомендованный способ привлечения пчел-опылителей на люцерну не оправдывает себя. В этом случае эспарцет привле-

кает к себе всю массу опылителей пчелиных, сконцентрированную в данном микрорайоне.

Что же касается влияния примеси эспарцета на клевере по таблице Овчинникова, то оно явно положительное. Наши наблюдения за работой диких и медоносных пчел на клевере подтверждают этот положительный эффект и объясняют его. Пчелы мелиттурга, мелитта, рофитес берут с клевера пыльцу и при этом опыляют цветок. Но нектар в цветке клевера им иногда недоступен (из-за низкой высоты стояния нектара), а для смачивания обножки им нужен нектар, который они и берут с цветков с доступным для них нектаром, иногда с сорняков, иногда с люцерны посевной (как это наблюдалось в Сурском районе). А если с клевером рядом будет расти такой обильный нектаронос, как эспарцет, то пчелы, в данном случае дикие, будут брать в течение каждого вылета с клевера пыльцу и опылять его, а с эспарцета — нектар и тоже будут опылять его.

Об отношении медоносных пчел к совместному произрастанию клевера и эспарцета можно сказать только предположительно, так как не было специальных наблюдений за поведением медоносных пчел на совместном посеве клевера и эспарцета. Медоносные пчелы — сборщицы нектара должны посещать в большей степени эспарцет. Пчелы — сборщицы пыльцы должны в большей степени посещать клевер. Пчелы, собирающие нектар и пыльцу, одновременно могут равномерно распределить свое внимание между этими двумя растениями.

Таким образом, совместный посев клевера и эспарцета, по-видимому, дает положительный эффект при опылении их медоносными и дикими пчелами.

Из опылителей люцерны в Ульяновской области наиболее многочисленны пчелы рофитес (Rophites canus Eversm.).

Если посмотреть графики, отражающие соотношение численности пчел-опылителей на семенной люцерне в колхозе «Ленинец», Ульяновского района, и в колхозе им. Маленкова, Сурского района, то можно видеть, что максимум рофитес приходится на средину июля, т. е. на самый разгар цветения люцерны. А этот максимум превышает максимум отдельных видов других основных опылителей в два и больше раз. Поэтому биологические особенности этого вида, характер его работы на люцерне изучался по возможности тщательно в течение лета 1952 и 1953 годов.

Рофитес зафиксирован в учетах на люцерне с 1—2 июля, но в природе он появился раньше, так как норки его со свежими холмиками были обнаружены 28. VI. 53 г. К концу июля максимум их снижается, но численность рофитес остается все же выше, чем численность других видов. Биологические особенности Rophites canus Eversm. были описаны нами раньше (Н. Н. Благовещенская, 1954, 1955). Особенности же работы этих пчел как опылителей люцерны выявлены из следующих наблюдений.

Наблюдения за рофитес 17. VII. 12 г. Пчела, когда была замечена, имела уже обножку. Посетила 20 цветков люцерны за 1 мин. 40 сек., все цветки вскрыла. При вскрывании цветка замечено, что колонка выскакивает из-под тела рофитес, потом пчела начинает брать нектар. Было видно, как на последнем (20-м) цветке пчела поднялась на передних и средних лапках, а передними быстро чистила грудку, после чего улетела. Обножка у пчелы на задних лапках была большая.

При наблюдении за другой пчелой было замечено, что она вскрывает не все цветки. Так за 1 мин. 46 сек. эта пчела посетила 26 цветков, а из них вскрыла 20,6 не вскрыла. Причем за это время пчела сделала два перелета; первый, примерно, в 1 метр от одной группы цветущих головок до другой группы, хотя и рядом были головки люцерны. Второй перелет в 1,5—2 метра — к третьей группе головок. В последней группе головок пчела посетила 4 цветка и все подряд не вскрыла.

Наблюдения за рофитес 22. VII. 52 г. Отмечено, что рофитес делает большие перелеты, поэтому приходится следить за тем, куда полетела пчела и не успеваешь заметить, как она работает. Наблюдаемая пчела рофитес была уже с обножкой. В течение одной минуты она посетила 10 цветков люцерны.

25. VII. 52 г. проводился хронометраж работы рофитес и было выяснено следующее. Рофитес летает зигзагообразно. Одна пчела за 26 секунд посетила 5 цветков; другая пчела за 28 секунд посетила 2 цветка; третья пчела в течение 25 сек. сидела на одном цветке.

31. VII. 52 г. рофитес за 40 сек. посетила 5 цветков на четырех головках, причем два цветка на одной головке посетила за 20 сек. Другая пчела рофитес посетила 14 цветков люцерны за 3 мин. 40 сек. Замечено, что при посещении цветка люцерны рофитес подгибает брюшко, потом отодвигается, выпускает из-под тела колонку, а потом берет нектар. Замечено, что иногда пчела после посещения нескольких цветков садится на листок и быстро шевелит лапками, потирает головку (вернее хоботок), очевидно, лапками она передает капельку взятого из цветка нектара на обножку. Третья пчела-рофитес за 38 сек. посетила 4 цветка. При наблюдении за четвертой пчелой-рофитес замечено, что она посетила 8 цветков за 1 мин. 10 сек., а потом села на листок и сидела еще две минуты, причем за это время она два раза меняла положение. Пчела была с обножкой, правда, не очень большой. Следующая наблюдаемая пчела-рофитес за 25 сек. посетила 3 цветка, на одной головке два и на другой один цветок. Еще одна наблюдаемая рофитес посетила 6 цветков за 1 мин.

Наблюдения за рофитес 11. VII. 53 г. (колхоз им. Маленкова). Рофитес самка посетила 5 цветков за 17 секунд. Все цветки вскрыла, садится на цветок, сжимает лодочку между грудкой и брюшком, потом отодвигается, выпускает из-под себя колонку,

затем еще раз опускает головку внутрь цветка. Другая рофитес-самка посетила 7 цветков за 40 сек., замечена с большой обножкой. Между 4-м и 5-м цветками сделала перелет в 1,5 м. Все цветки вскрыла.

21. VII. 53 г. Рофитес-самка посетила 14 цветков за 1 мин. 40 сек. Сначала посещала цветки один за другим, все вскрывала. Далее посетила три ранее вскрытых цветка. Потом сделала перелет на 2 метра и, посетив один цветок, сделала еще перелет в 0,5 м и посетила 12-й, 13-й и 14-й цветки. Посещая следующие цветки, рофитес делала перелеты от головки к головке на расстояние 30—50 см. По прошествии 1 мин. 40 сек. села на лист овса отдыхать. Отдыхала долго. На 5-й минуте 30 сек. наблюдения за ней рофитес стала посещать люцерну. Посетила еще 8 цветков и скрылась на 6-й минуте 10 сек. Все посещенные цветки эта пчела вскрывала, работая по способу мелитты. Другая рофитес посетила 4 цветка за 20 сек.; третья рофитес посетила 10 цветков за 1 минуту, все цветки вскрыла. Рофитес-самка посетила 8 цветков за 47 секунд — все цветки вскрыла, за 40 секунд посетила 8 цветков и также все вскрыла. Другая рофитес-самка посетила 11 цветков за 1 мин. 14 сек.

11. VII. 53 г. Рофитес посетила 17 цветков за 1 мин. 40 сек. При этих посещениях два цветка остались не вскрытыми. Рофитес-самец посетил 12 цветков люцерны, ни одного не вскрыв. Работал таким образом: сначала посещал головки, расположенные рядом; после посещения 6-го цветка отдыхал несколько секунд, потом опять начал посещать люцерну. После посещения 10-го цветка перелетел метра на 3, потом посетил 11-й цветок и, перелетев еще на метр, посетил 12-й цветок и скрылся из виду.

13. VII. 53 г. Рофитес-самец посетил 9 цветков за 47 секунд, ни одного не вскрыв.

Для самок-рофитес на основании хронометрирования их работы можно установить время, затраченное на посещение одного цветка.

За 1 мин.	46 сек.	26. цв.
За 3 мин.	40 сек.	14 цв.
За	38 сек.	4 цв.
За 1 мин.		6 цв.
За 1 мин.	17 сек.	5 цв.
За 1 мин.	40 сек.	7 цв.
За 1 мин.	10 сек.	8 цв.
За	25 сек.	3 цв.
За 1 мин.		10 цв.
За	45 сек.	8 цв.
За 1 мин.	40 сек.	17 цв.
За 1 мин.	40 сек.	14 цв.
За	20 сек.	4 цв.
За	47 сек.	8 цв.
За 1 мин.	14 сек.	11 цв.

В среднем на посещение одного цветка рофитес тратит 7,5 сек., следовательно, в одну минуту посещает, примерно, 8 цветков. Но в отличие от других основных опылителей самки этого вида делают значительно большее число перелетов, так как посещают не подряд все головки, а делают перелеты от одной группы цветков к другой. (Этим обстоятельством и затрудняется прослеживание всей работы рофитес за один вылет по сравнению с тем, что мы наблюдали у других пчел). На частые пе-

релеты, а также и на продолжительные «отдыхи» тратится значительная часть рабочего времени. «Отдых» берется в кавычки, так как пчела в этот момент не бездействует, а передает нектар из хоботка на обножку с тем, чтобы достаточно увлажнив ее и закрепив на лапках, спокойно, не боясь растерять собранное, набрать новую порцию сухой пыльцы и таким же способом присовокупить ее к обножке при следующем «отдыхе».

Особенно большими перелетами отличаются самцы-рофитес. Кривая их полета зигзаго-петлеобразная. Цветки самцы вскрывают редко, так как достают только нектар. Посетив несколько цветков, самцы иногда очень подолгу сидят на листочках люцерны, время от времени меняя положение тела.

При наблюдениях за рофитес был установлен ряд биологических особенностей, связанных с гнездованием этого вида. Вопрос о гнездовании рофитес был освещен нами раньше (Н. Н. Благовещенская, 1954, 1955), а о биологических особенностях самцов следует сказать, что при неблагоприятных для них метеорологических условиях (дождь, ветер, пасмурно), а также ночью они прячутся в цветки.

7. VII. 53 г. в 6 час. вечера один самец замечен на учетной площадке, когда он забирался в головку люцерны и спрятался в нее весь. Когда же эта головка была сорвана, то рофитес даже не сделал попытки улететь, очевидно, он намеревался провести там ночь. 8/VII. 53 г. в 7 час. 30 мин. вечера было обнаружено несколько самцов, спрятавшихся по нескольку штук в цветках васильков, растущих в непосредственной близости от колонии рофитес. 14. VII. 53 г. в 6 час. вечера обнаружен самец, запрятавшийся в головку короставника. 25. VII. 53 г. в 7 час. 32 мин. вечера самцы найдены запрятавшимися в цветки живокости полевой.

Суточная динамика рофитес такова. Сначала начинают летать самцы. Первое появление их зарегистрировано в 8 час. утра при температуре 22°. Другой вид Raphites quinquespinasus Spin. зарегистрирован раньше — в 7 час. 20 мин. при температуре 20,7°. Самки Rophites canus Eversm. появляются позднее. Впервые они отмечены в 8 час. 20 мин. при температуре 24°. Максимум их зафиксирован с 9 час. до 11 час. утра при температуре 26,5°. Примерно в таком же большом количестве они летают в течение всего дня, если температура днем не повышается выше 27°. Вечером последние экземпляры самок рофитес наблюдались в 7 час. После 7 часов вечера найдены были только рофитес, запрятавшиеся в цветки. Если же температура днем 29—31°, то наблюдается снижение лета рофитес. Вообще в жаркие дневные часы происходит снижение лета, а в предвечерние часы имеется второй максимум лета.

Другой важнейший опылитель люцерны в Ульяновской области — пчела-мелиттурга (Melitturga clavicornis). Максимальное количество мелиттурги на люцерне приходится на первую

половину июля. Это наблюдалось на всех трех участках семенной люцерны колхоза «Ленинец», Ульяновского района, и на семенной люцерне колхоза им. Маленкова, Сурского района.

Мелиттурга работает на люцерне быстрее других пчел-опылителей. Сам процесс работы на цветке люцерны таков. Мелиттурга-самка цепляется сверху лапками за лодочку, просовывает хоботок между лодочкой и парусом, потом подгибает немного брюшко под лодочку; в это мгновение цветок вскрывается, а колонка ударяет о грудку, оставляя на ней пыльцу. Затем пчела слетает, и колонка ударяется о парус. Обножка формируется во время коротких перелетов с цветка на цветок. При посещении цветков пчела на несколько секунд прерывает свою работу и, садясь на листочек, быстро потирает передними лапками хоботок и потом отводит их назад к обножке. Очевидно, она таким образом передает каплю нектара из хоботка для смачивания обножки. Самка все посещенные цветки вскрывает.

Мелиттурга-самец при работе на люцерне не подгибает брюшка, а сидит прямо на лодочке. Хоботок он просовывает между парусом и лодочкой, при этом не все посещенные цветки вскрываются. Мелиттурга-самец в учетах на семенной люцерне отмечен впервые с 20 июня, но в природе замечен гораздо раньше. В Сурском районе в сезоне 1953 г. впервые самец-мелиттурга пойман 10 июня на мышином горошке.

Самки-мелиттурги впервые были отмечены на люцерне позже, чем самцы. Например 23. VII. 53 г. в 11 час. утра была отмечена первая самка на семенной люцерне колхоза «40 лет Октября».

Максимума мелиттурга достигает в конце июня и начале июля.

Мелиттурга посещает только закрытые цветки люцерны. Особенностью мелиттурги является то, что она работает на люцерне в самое жаркое время дня, когда другие пчелы — опылители люцерны прячутся. Утром они появляются значительно позже других пчелиных и к вечеру раньше других заканчивают работу.

Многочисленные наблюдения за работой мелиттурги позволяют указать на такую особенность ее работы на цветках люцерны, которая не учитывалась другими исследователями при определении скорости работы пчелиных В течение одного полета за сбором пыльцы пчела не беспрерывно посещает цветки люцерны. Часть времени она тратит на «отдых». Но отдых пчелы не бездействие. В это время она передает капельки нектара на обножку для смачивания ее. Но формирование обножки в виде муфточки происходит на лету и это делается во время перелетов с цветка на цветок. Из всего времени, затраченного пчелой (включая все выполняемые ею действия), как мы вычислили, в среднем на посещение одного цветка мелиттурга тратит 4,31 сек. Следовательно, в минуту она может посетить 13,9 цветков. Эта цифра меньше цифры скорости работы мелиттурги, при-

веденных Завгородней (1952) — 15,6 цветков в минуту и Панфиловым (1952) — 17—19 цветков в минуту. Но Завгородняя и Панфилов учитывали скорость работы мелиттурги в течение короткого отрезка времени, по-видимому, в течение только одной минуты, предполагая, что это постоянный ритм работы пчелы. Отсюда и получилось завышение скорости работы.

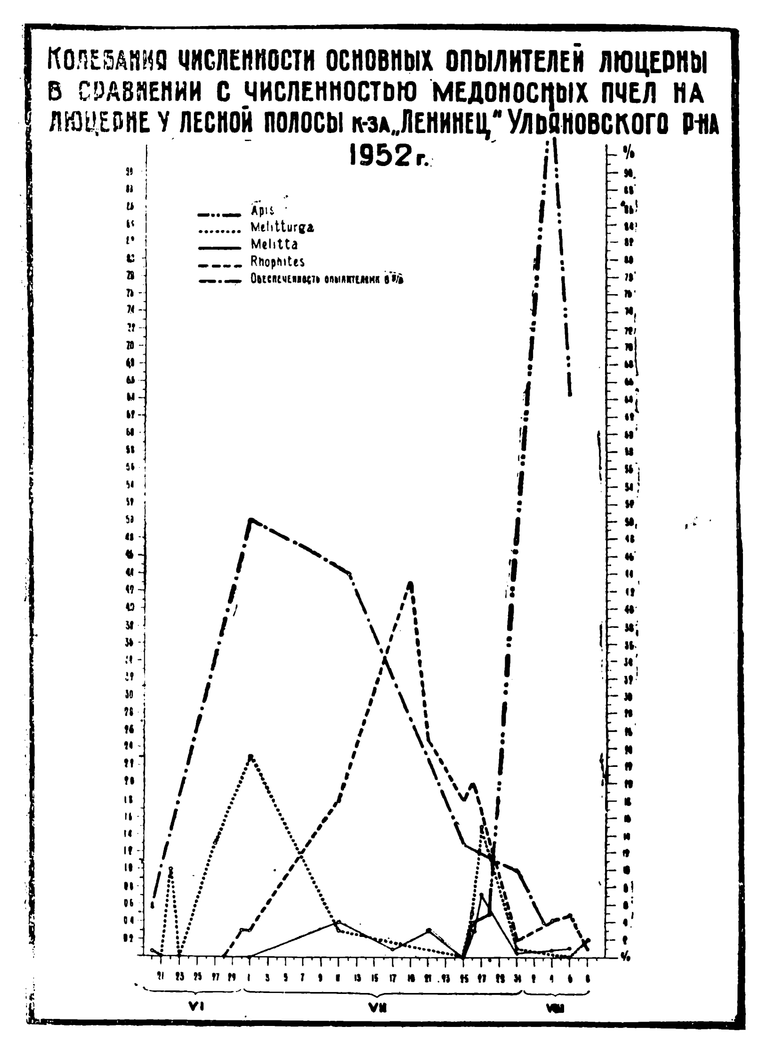
Приведенные нами данные о скорости работы основных опылителей люцерны более близки к действительности, так как здесь принимались во внимание все особенности работы пчелы в течение одного вылета (посещение цветков, перелет с цветка на цветок, отдых или передача нектара на обножку для ее смачивания).

Другим не менее важным опылителем люцерны являются пчелы из рода Melitta. Численность их на полях люцерны летом 1952 г. в колхозе «Ленинец», Ульяновского района, была, примерно, на одном уровне, более низком, чем у мелиттурги (черт. 1), а в 1953 г. в колхозе им. Маленкова, Сурского района, численность мелитты преобладала над численностью мелиттурги в июле почти в два раза (черт. 4).

Из диких растений мелитта была отмечена на доннике белом и на доннике желтом. На цветках люцерны мелитта работает медленнее мелиттурги. На посещение одного цветка она тратит 4,97 сек., посещая за одну минуту 12 цветков. Приведенные Завгородней (1952) цифры скорости работы мелитты завышены по той же причине, что и для мелиттурги. Сам процесс вскрывания цветка мелиттой, наблюдаемый нами, совпадает с описанием Пономарева (1950). Сначала пчела садится на цветок и сжимает лодочку между своим брюшком и грудкой, затем цветок вскрывается, и колонка ударяется о грудку пчелы. Далее пчела отодвигается и выпускает из под себя колонку, которая ударяется о парус. После этого пчела просовывает хоботок между лодочкой и парусом и берет нектар. При посещении мелитта вскрывает все цветки.

В первый период цветения люцерны наблюдается на цветках ее большое количество пчел рода Eucera, а также несколько видов пчел рода Halictus и рода Andrena. Появляясь на посевах раньше основных опылителей, они обеспечивают полное опыление первых распускающихся цветков люцерны. В момент максимума этих пчел на люцерне они раскрывают 87,2% цветков (черт. 4), что является показателем обеспеченности люцерны опылителями в данный период. Относительная численность этих пчелиных невелика. Но поскольку цветущих растений люцерны в этот период тоже еще немного, то опылителей в этом случае вполне хватает.

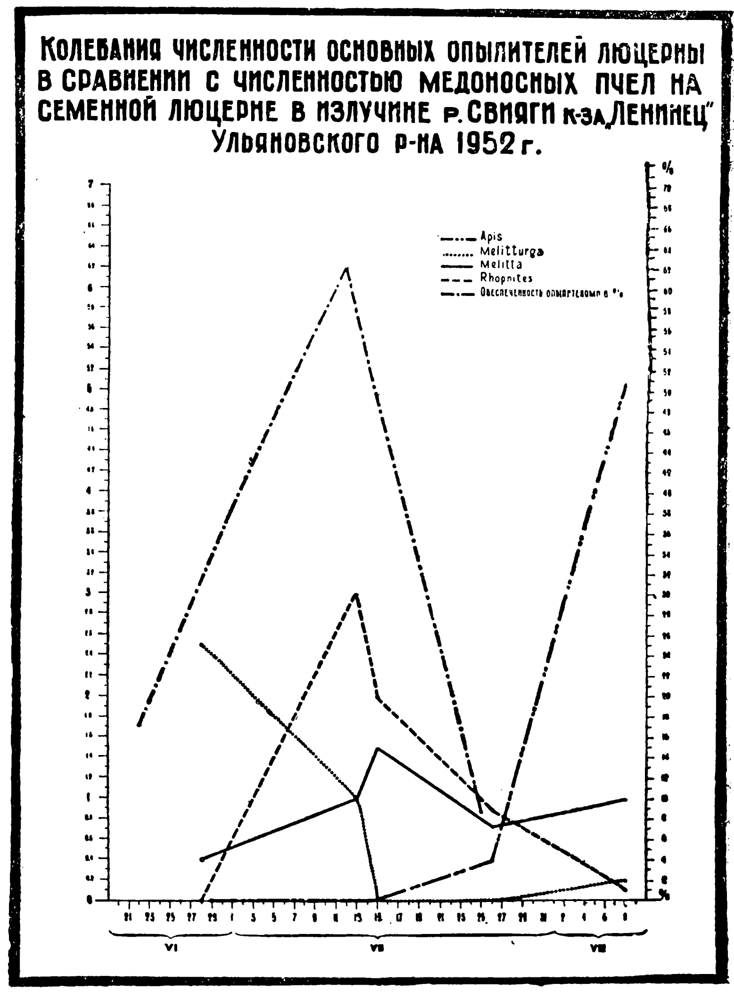
Распределение на люцерне медоносных пчел представляет собой уже совершенно другую картину. Медоносные пчелы появились на люцерне в 1952 г. во второй половине июля. К этому времени приходится полоса грозовых дождей, чередующихся



Черт. 1.

с жаркими и душными днями. Возможно, это и явилось причиной того, что цветки люцерны стали выделять нектар, что и привлекло к ним медоносных пчел. Первый обильный грозовой дождь прошел 11 июля, а медоносные пчелы появились на люцерне 17 июля, раньше они находились сначала на эспарцете, а потом на доннике желтом и белом.

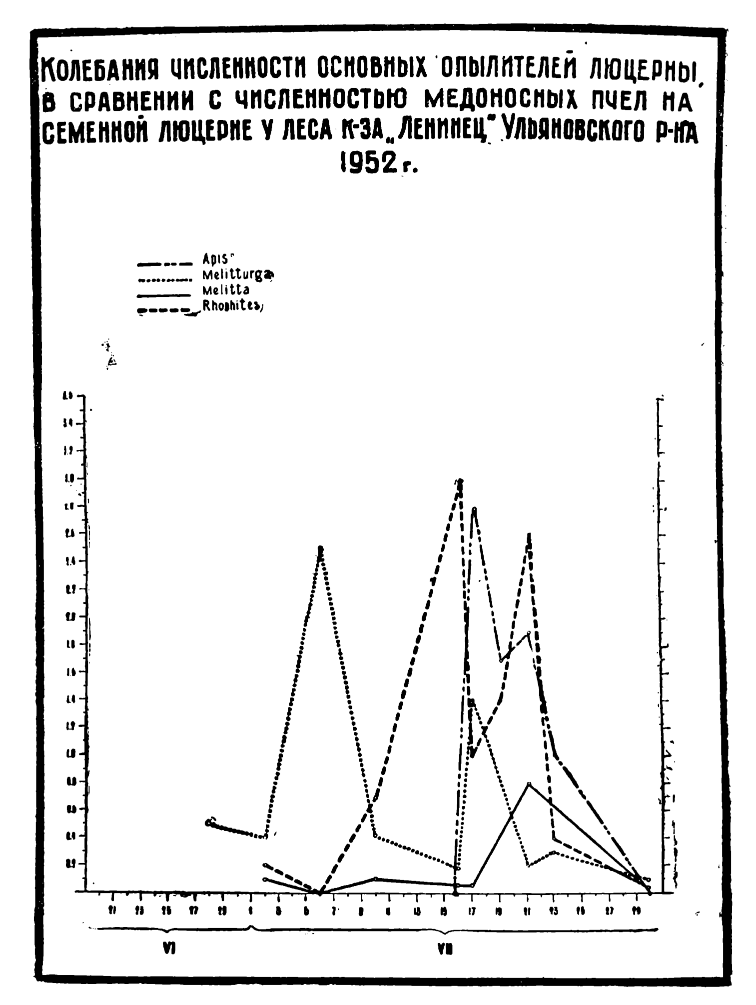
Появление медоносных пчел на люцерне во второй половине июля совпадает с окончанием цветения первого укоса, который в Ульяновской области обычно оставляется на семена. Полностью



Черт. 2.

цветение люцерны на всех участках закончилось 30 июля. В конце июля и начале августа наблюдалось массовое цветение фуражной люцерны второго укоса, на котором и был отмечен максимум медоносных пчел в течение лета 1952 г. У люцерны второго укоса нектароотделение было значительно сильнее, чем у семенной люцерны. Нектарность люцерны определялась на вкус, точных измерений не было.

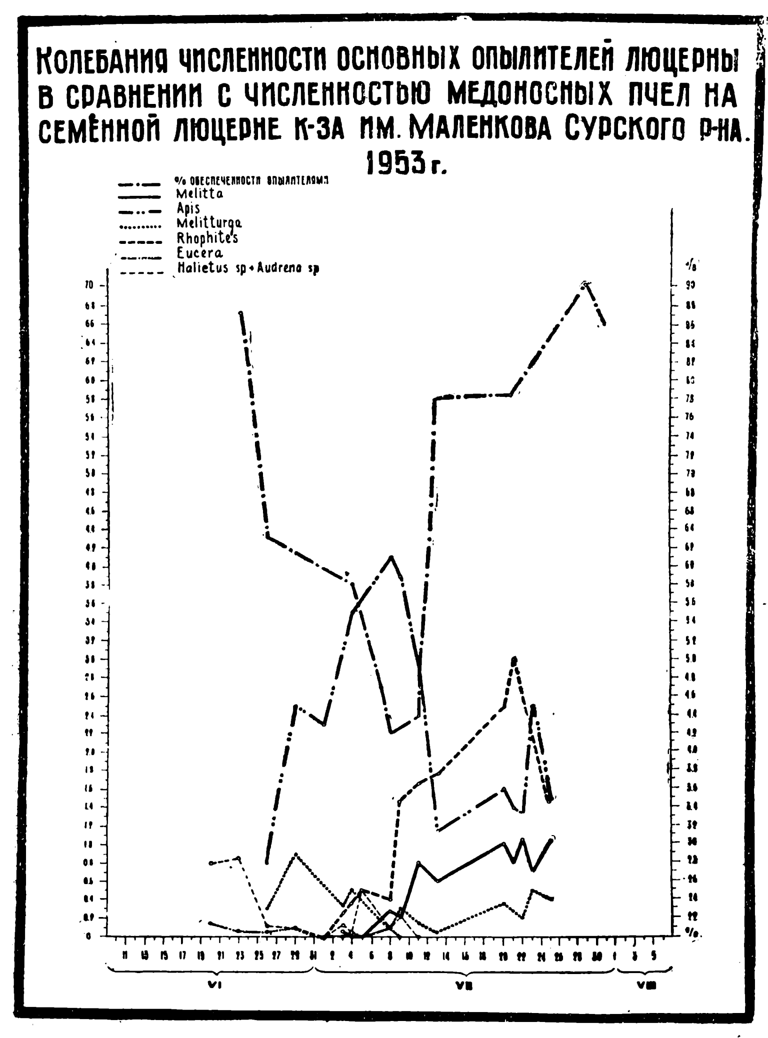
Здесь следует указать на исключительные особенности лета 1952 года в том отношении, что была низка нектаропродуктивность многих первоклассных медоносов, о чем мы судим по посе-



Черт. 3.

щаемости пчел и на вкус. Так, например, гречиха, которая обычно является источником основного взятка в этом году выделяла настолько мало нектара, что пчелы на нее не летели. Такая же картина и с подсолнечником. Дикие медоносы такие, как мышиный горошек, нектара выделяли мало и не привлекали к себе медоносных пчел. Основной взяток в этот период был с клевера горного и чабреца, а из культивируемых растений — с фацелии, нектарность которых была обычной даже в этом году, неблагоприятном для других медоносных растений.

Во время цветения семенной люцерны (1-й укос) проводились опыты по привлечению медоносных пчел на люцерну и по при-

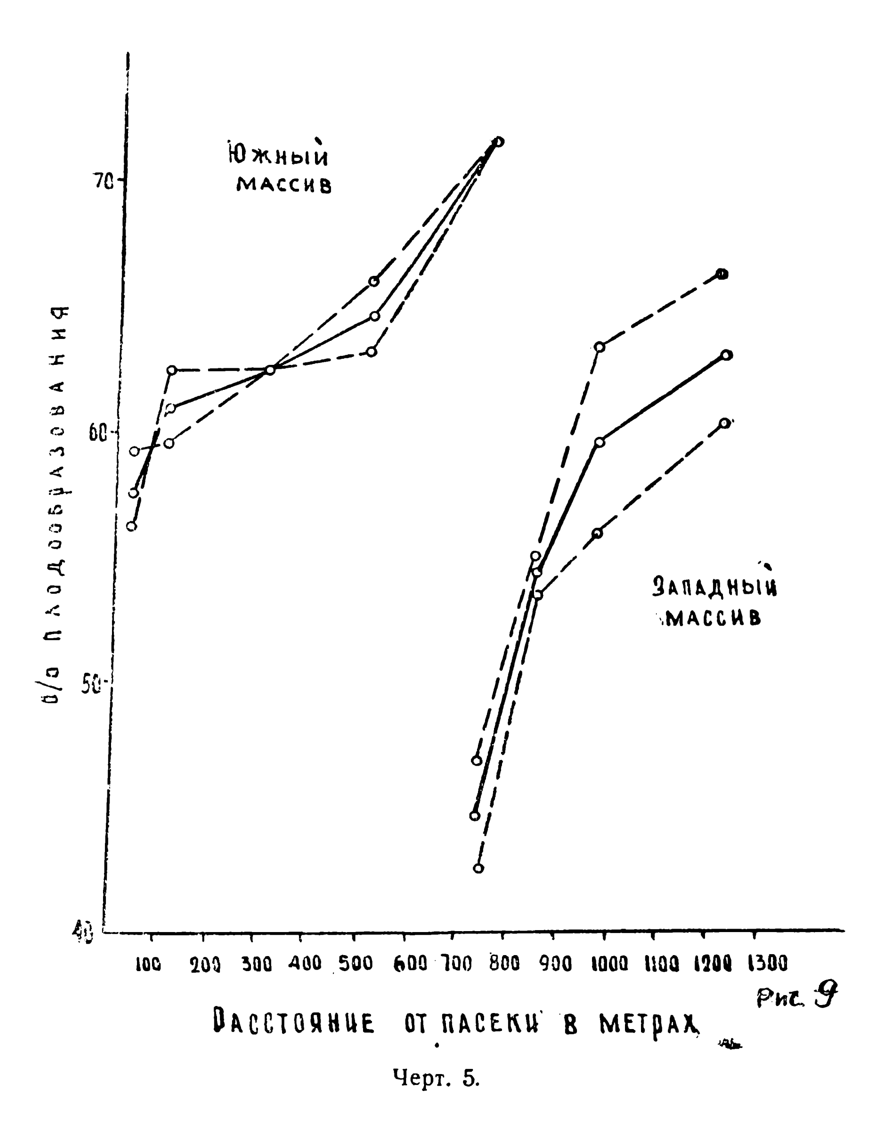


Черт. 4.

нуждению их собирать пыльцу. Опыты эти проводились по имеющимся в литературе рекомендациям.

Указанные опыты и результаты их были изложены нами в ранее опубликованной работе (Н. Н. Благовещенская, 1955).

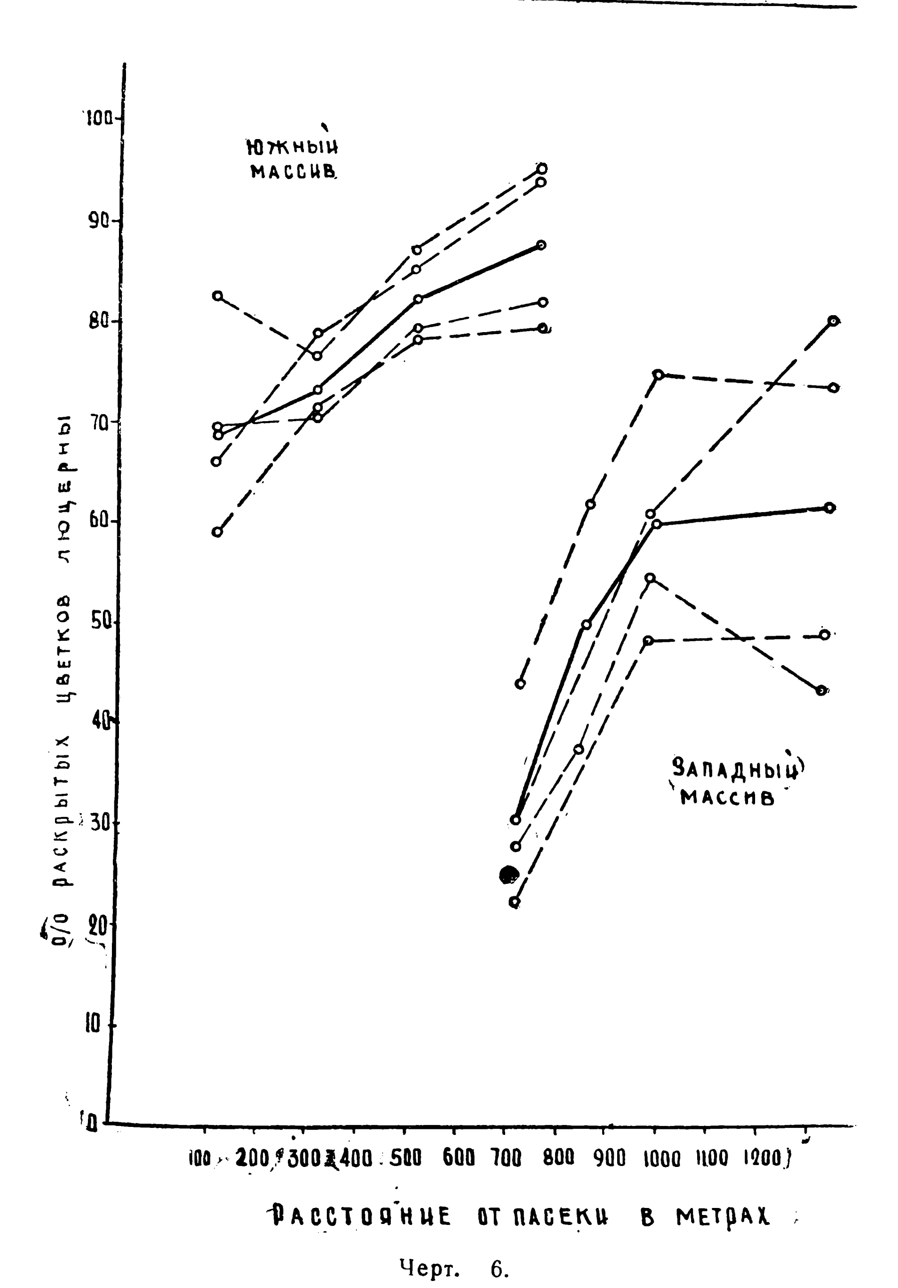
С 31 июля, когда полностью отцвела люцерна первого укоса, наблюдения были перенесены на фуражную люцерну второго укоса. Здесь, уже без всякой попытки привлечения медоносных пчел, производились наблюдения за их работой. Так 4. VIII в отношении медоносной пчелы было отмечено следующее:



Черт. 5.

1. Пчела за 40 сек. посетила 9 цветков, не вскрыв ни одного;
2. Пчела за 15 сек. посетила 3 цветка, не вскрыв ни одного;
3. Пчела за 6 мин. 31 сек. посетила 87 цв., не вскрыв ни одного;
4. Пчела за 2 мин. 28 сек. посетила 22 цв., не вскрыв ни одного;

Шибря А.А „Селекция и семеноводство". 1947г. №8



Черт. 6.

5. Пчела за 3 мин. 34 сек. посетила 33 цв. и один вскрыла (31-й)[1],

6. Пчела за 2 мин. 17 сек. посетила 32 цв., не вскрыв ни одного;

7. Пчела за 6 мин. посетила 96 цветков, не вскрыв ни одного;

8. Пчела за 2 мин. 6 сек. посетила 25 цв., не вскрыв ни одного.

Медоносных пчел на люцерне второго укоса было много. Обратимся к графическому изображению численности пчел на люцерне (черт. 1). На люцерне второго укоса 4/VIII численность медоносной пчелы достигала своего максимума. В этот же день, как и в предыдущие дни, определялся процент вскрытых цветков по отношению ко всем распустившимся цветкам. В этот день максимума численности медоносных пчел процент вскрытых цветков люцерны равнялся 4. Кривая процента раскрытых цветков, которую можно также назвать кривой обеспеченности опылителями, как видно на чертеже, падает в конце июля и еще ниже в начале августа в зависимости от уменьшения количества диких опылителей, а резкое возрастание количества медоносных пчел не приводит к увеличению обеспеченности опылителями данного участка.

В 1953 г. на полях колхоза «40 лет Октября», Сурского района, распределение медоносных пчел на люцерне (черт. 4) представляет иную картину по сравнению с распределением пчел в 1952 г. в колхозе «Ленинец», Ульяновского района. Медоносные пчелы появились здесь в начале цветения люцерны, в учетах они отмечены с 23. VI. Максимум медоносных пчел наблюдается в первых числах июля. Численность медоносных пчел превышала численность каждого отдельно взятого вида диких одиночных пчел. В период максимума медоносных пчел обеспеченность пылителями падает.

Но наблюдались и такие факты, когда медоносная пчела вскрывала цветки люцерны.

23. VI. 53 г. Отмечена одна медоносная пчела, посещавшая цветки люцерны. Эта пчела вскрыла два цветка подряд. Она садилась прямо на лодочку сверху, брюшко ее торчало вверх, когда она просовывала голову внутрь цветка. Посещая первый цветок и вскрыв его, пчела прищемила колонкой хоботок, потом освободила его и перелетела на другой цветок, вскрыла его таким же образом и улетела.

25. VI. 53 г. Медоносная пчела в течение 4 мин. 8 сек. работала следующим образом: она посетила 9 цветков люцерны, затем переключилась на сурепку. На сурепке работала 30 сек., за это

[1] В этом случае пчела села сверху на парус, просунула голову внутрь цветка, и цветок вскрылся. После этого колонка стала видна, причем ее пыльники находились на основании хоботка пчелы. Потом пчела, взяв нектар без видимого усилия, освободилась и посетила еще два цветка люцерны, на которые она садилась сбоку и брала нектар. Пыльцевой обножки у пчелы не было.

время посетила все цветки на одной кисти, потом опять перелетела на люцерну. При посещении цветки не вскрывала, вскрыла только 14-й цветок, сев сверху на цветок люцерны. При вскрытии цветка хоботок пчелы защемился, но она его легко вытащила и посетила еще два цветка люцерны, садясь уже, как обычно, сбоку и не вскрывая при этом цветка.

Некоторые авторы, наблюдая единичные случаи вскрытия цветка люцерны медоносной пчелой, делают выводы (Гринфельд, 1956), что «главную установку в опылении люцерны следует делать на медоносных пчел».

Но подходя к оценке работы медоносных пчел на люцерне в сравнении с работой одиночных пчел, как это было нами описано выше, сопоставляя их количество на посевах с процентом обеспеченности опылителями, учитывая биологические особенности тех и других, следует сделать вывод, что медоносные пчелы не играют никакой роли в опылении люцерны.

Таким образом, приведенные выше данные наблюдений над дикими и медоносными пчелами показывают, что медоносные пчелы, как опылители люцерны, совсем не эффективны. По эффективности выделяются пчелы-рофитес, мелиттурга и мелитта, которые и могут быть отнесены к числу основных опылителей люцерны.

Далее встает вопрос о сравнительном значении каждого из этих трех основных опылителей. При оценке сравнительного значения указанных опылителей решающее значение имеют следующие факторы:

1) численность этого опылителя на посевах люцерны;

2) скорость работы опылителя, куда включается и способ работы на цветках;

3) продолжительность работы опылителя в течение дня и в течение периода цветения люцерны;

4) влияние метеорологических условий.

Из опылителей люцерны по численности преобладают рофитес, которые, как это нами установлено, гнездятся колониями на самом посеве люцерны и поблизости от него. Но скорость работы рофитес в 1,75 раза меньше скорости работы пчел мелиттурга и мелитта.

На посевах люцерны рофитес зафиксирован с 8 июля. Суточная динамика его сходна с таковой мелитты, но появляется рофитес утром на час позднее мелитты. Резкое сокращение численности наблюдается в полдень, а в послеполуденные часы она опять возрастает. Работу рофитес кончает раньше мелитты примерно, на час, но зато работает несколько дольше днем. Рофитес, так же как и мелитта, работает и в очень ветреную погоду.

Мелитта тоже гнездится на люцерне, что указывается Поповым (1951) и Рымашевской (1952), но изолированно друг от друга. Однако в наших условиях численность мелитты на люцерне небольшая. У мелитты и рофитес наблюдается много об-

щих биологических особенностей, в частности, в манере вскрывать цветок люцерны.

Что касается мелиттурги, то в Ульяновской области численность этой пчелы значительно уступает численности рофитес, причем численность мелиттурги в 1952 г. была выше численности мелитты, а в 1953 г.— ниже. По скорости работы на цветках мелиттурга превосходит рофитес и мелитту. Мелиттурга начинает работать на два, два с половиной часа позже, чем мелитта, но работает в самое жаркое время дня (следует отметить, что за время наблюдений температура в полдень не поднималась выше 30°, обычно была 27—28°) и заканчивает работу раньше пчел мелитта и рофитес. Гнездование мелиттурги нами обнаружено и на посеве люцерны.

Таким образом, эти три основных опылителя люцерны создают в течение суток непрерывный конвейер опыления и взаимно дополняют друг друга. А в предполуденные часы и в послеполуденные часы все три основных вида опылителей люцерны работают вместе. Следует иметь в виду, что численность этих основных опылителей колеблется по годам и в разные годы на первое место могут выступать те или иные виды пчел.

Таким образом, в результате наблюдений за пчелиными — опылителями люцерны в течение второй половины лета 1951 года, всего лета 1952 и 1953 гг., можно сделать следующие выводы:

1. Основными, наиболее многочисленными опылителями люцерны в Ульяновской области являются пчелы: Rophites, Melitturga и Melitta.

Следует отметить, что не только в Ульяновской области они являются опылителями люцерны, но и вообще в умеренном поясе земного шара. Так в работе Bohart (1955) рекомендуется для улучшения опыления люцерны ввозить в США некоторые виды этих пчел (например, виды рода Melitta из Европы, виды рода Rophites с Кавказа).

Для обеспечения более полного опыления люцерны необходимо создавать на самих люцерновых полях условия для гнездования этих пчелиных. Нами было установлено и описано (Н. Н. Благовещенская, 1954, 1955), что рофитес и мелиттурга гнездятся на посевах самой люцерны, именно на содержащихся в чистоте широкорядных и гнездовых посевах, а также на прилегающих открытых или слегка заросших участках почвы.

2. Медоносные пчелы не являются опылителями люцерны в Ульяновской области по следующей причине: они собирают на цветках люцерны только нектар, не вскрывая при этом цветка и оставляя его неопыленным. За все время наблюдений были отмечены лишь единичные случаи вскрытия цветка люцерны медоносной пчелой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Благовещенская Н. Н. «О гнездовании одиночных пчел — опылителей люцерны». Доклады Академии наук СССР, том XCIX, № 5, 1954.
2. Благовещенская Н. Н. «Гнездование одиночной пчелы Rophites canus Eversm. в Ульяновской области». Ученые записки Ульяновского педагогического института, вып. VI, 1955.
3. Богоявленский С. Г. «Экологические условия работы пчел на люцерне». Вторая экологическая конференция по проблеме: «Массовое размножение животных и их прогнозы». Тезисы докладов. Изд. Киев. гос. унив., 1951.
4. Богоявленский С. Г. «Пчелы и люцерна». Пчеловодство, 6, 1953.
5. Гринфельд Э. К. «Работа опылителей на люцерне». Вестник Ленинградского университета, № 15, 1956.
6. Завгородняя В. К. «Изучение условий цветения и опыления у люцерны». Автореферат, Саратов, 1952.
7. Копержинский В. В. и Щибря А. А. «Строение цветка люцерны и его опыление». Сб. «Люцерна», 1950.
8. Овчинников Б. Ф. «Примесь эспарцета в травостое клевера и люцерны, как фактор повышения урожайности семян этих культур». Доклады ВАСХНИЛ, № 11, 1950.
9. Панфилов Д. В. «Насекомые — опылители люцерны в Сталинградской области». Автореферат, 1952.
10. Попов. В. В. «О значении пчелиных в опылении люцерны». Труды Всесоюз. энтомол. общ., том 43, 1951.
11. Пономарев А. Н. «К биологии цветения люцерны в южной лесостепи Зауралья». Извест. Естеств. научн. инстит. при Молотовском гос. университете, том XII, вып. X, 1950.
12. Рымашевская Р. С. «Роль пчелиных в опылении люцерны в Алма-Атинской области». Автореферат, 1952.
13. Щибря А. А. «Роль медоносных пчел и диких насекомых в опылении люцерны». Селекция и семеноводство, 8, 1947.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

Кандидат биологических наук И. Д. ОРЛОВ

АНАТОМИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ СТОРОНА ПРОЦЕССА ВЫЗРЕВАНИЯ ПОБЕГОВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Способность виноградной лозы переносить неблагоприятные условия зимнего периода зависит от многих причин, но главной является вызревание побегов.

В чем заключается биологическая сущность вызревания побегов и чем объяснить, что у винограда в новых северных районах произрастания проявляется ряд отклонений от нормального прохождения этого процесса, который остается на сегодняшний день совершенно не выясненным.

О незначительных познаниях в вопросе о вызревании побегов говорит хотя бы та разноречивая терминология обозначения этого процесса, которая встречается у одних под определением «вызревание», у других — «одревеснение», у третьих — «опробковение», у четвертых — «одеревенение».

Вызревшие побеги, как показано рядом исследований (Мишуренко А. Г. 1947; Потапенко Я. И. 1944; Липецкая А. Д. 1930), успешно противостоят довольно сильному морозу, хорошо питают почки с развитыми соцветиями (Турянский Г. Ф. 1950; Мержаниан А. С. 1951) и легко окореняются, (Манохин П. А. 1950, Лазарис С. А. 1952, Мишуренко А. Г. 1952).

У невызревших побегов, эти свойства в большей или меньшей степени отсутствуют.

Впервые на степень вызревания побегов, по видимым морфологическим признакам, обратили внимание практики — виноградари. Ими давно было замечено, что в опробковевших частях побега существует различие в степени зрелости, и поэтому ими испытывались различные методы оценки качества состояния хорошо вызревших побегов. Одним из таких методов, который до сегодняшнего дня находит широкое применение, является определение вызревания по окраске и сопротивлению на изгиб виноградной лозы.

Хорошо вызревший побег обладает темной окраской, с присущим тому или иному сорту цветом и ломается с сильным хрустом, чего не наблюдается у невызревшего побега, той же самой виноградной лозы.

С постановкой виноградарства на научную основу, делаются попытки научно обосновать процессы вызревания.

Первые попытки в этой области были сделаны исследователями Франции, Германии, в районах с более древней культурой винограда.

Однако их исследования в области вызревания виноградной лозы не увенчались успехом. Главной причиной их неудач явилось то обстоятельство, что их исследования носили неглубокий, поверхностный характер. Они, не вдаваясь в биологическую сущность самого процесса, рассматривали то или иное свойство, тот или иной признак вызревания, выставляли его как главный, в отрыве от других свойств и признаков. В результате, такое изучение процесса вызревания привело к множеству различных противоречивых суждений и оценок в степени зрелости виноградной лозы, а полное отсутствие знаний биологической сущности этого процесса, безусловно не могло оценить правоту тех или иных суждений. Работы наших отечественных ученых имеют гораздо больший приоритет в области изучения процесса вызревания. Правда, вопрос этот далеко еще окончательно не изучен, а тем более он остается не изученным в виноградарстве, однако, та база, которая заложена нашими физиологами в области зимостойкости, дает возможность к более успешному разрешению проблемы вызревания. С биохимической стороны процесс вызревания отмечается Стоевым К. Д. (1948, 1952) как процесс чрезвычайно большой синтетической активности инвертазы и амилазы. Так, пятнадцатиминутной экспозиции оказалось в это время вполне достаточно, для синтеза 18 мгр крахмала на 1 гр. навески. В период вызревания в условиях Краснодара, количество крахмала в побегах винограда сорта Каберне-Савиньон достигает своего годичного максимума — 8,02% на абсолютно сухое вещество.

Объективным показателем окончания процесса вызревания,— говорит Стоев,— является смещение активности инвертазы и амилазы к одностороннему гидролитическому направлению, после чего крахмал начинает снова уменьшаться, а количество сахара возрастать.

Во время вызревания побегов винограда на Украине в конце августа, начале сентября, указывает Мининберг С. Я. (1948), крахмалом заполнены весь луб, кора и вся древесина, но, по мере приближения к зиме, количество сахаров постепенно увеличивается. Это явление Мининберг объясняет прохождением виноградной лозой процесса закаливания, который определяется накоплением сахаров за счет крахмала, вследствие чего по-

беги приобретают высокую стойкость к низким температурам в зимний период.

Мишуренко Л. Г. (1947) доказывает, что раньше и больше всего страдают от мороза те насаждения, у которых по тем или иным причинам лоза в зиму вышла недостаточно вызревшей, т. е. говорит он, к началу листопада меньше накопила пластических веществ. По его данным содержание крахмала у зрелых побегов винограда в октябре месяце составляет у сорта Шасла 7,6 проц., а сахара — 4,4 проц.; у амурского винограда крахмала содержится 6,1 проц., сахара — 4,0 проц. Потапенко Я. И. и Захарова Е. И. (1937), исследуя накопление углеводов в вызревших побегах винограда сорта Русский конкорд, в условиях Мичуринска, находят, что в сентябре побеги содержат моносахаров 7,23 проц., дисахаров — 5,14 проц. и крахмала — 8 проц. Таким образом, мы видим, что процесс вызревания лозы тесно связан с накоплением пластических веществ и, главным образом, крахмала. И не случайно поэтому, ряд исследователей придают очень большое значение крахмалу при определении качества вызревшей лозы.

Но Мержаниан А. С. (1951) отмечает, что хотя имеется прямая корреляция между отложением в лозе крахмала и ее вызреванием, однако этот метод не всегда показателен, т. к. крахмал, гидролизуясь легко перемещается поздней осенью в корни, а весной — обратно в побеги. Поэтому наличие крахмала является не особенно надежным критерием при определении зрелости.

По Варатаняну М. Д. (1952) вызревание лозы и повышение ее морозоустойчивости связано с накоплением сахара, т. к. в осенне-зимний период снижение температуры активизирует фермент амилазу, способствующего превращению крахмала в сахар. Поэтому степень вызревания виноградной лозы, считает он, целесообразно определять не по количеству крахмала, а по количеству сахара или по отношению сахара к крахмалу. Вызревшая лоза должна содержать не менее 50 проц. сахара к общему количеству крахмала. Следует однако тут же отметить, что справедливость выводов двух последних, из вышеприведенных авторов не исключает сомнений. Во-первых, потому, что в осенне-зимний период, после максимального накопления крахмала, в лозе проходит не перемещение его в корни, а превращение под влиянием низких температур в сахар; во-вторых, этот процесс правильнее отнести к закаливанию, нежели к вызреванию побегов.

Таким образом, попытки определения вызревания лозы по одному какому-либо свойству не увенчались успехом. Поэтому в последнее время делаются попытки принимать во внимание, при изучении степени вызревания побегов, не одно какое-либо качество или свойство, а целый комплекс взаимосвязанных и взаимообусловливающих этот процесс явлений и признаков.

Работая с культурой винограда в условиях Чувашской АССР, где понижение температуры в зимние месяцы достигает —40° мороза, значение вызревания побегов винограда приобретает огромное значение, поэтому мы поставили своей целью изучить биологическую сущность этого процесса.

Процесс вызревания виноградной лозы нами изучался на одиннадцати сортах. При этом, мы изучали связь процесса вызревания побегов с созреванием ягод, с ростом побегов, с периодом покоя, со степенью развития ассимиляционной поверхности, с влиянием длины дня, температуры и другими факторами. В данной статье мы излагаем результаты наших исследований только по двум вопросам, а именно: по анатомическим изменениям и биохимическим процессам, проходящим в побегах винограда сорта Альфа в период их вызревания.

Наряду с морфологическими изменениями, наблюдаемыми с момента начала вызревания виноградной лозы, происходят и внутренние анатомо-структурные и биохимические процессы, которыми очевидно и обусловлены обнаруживаемые признаки наружного состояния побега.

При рассмотрении анатомической структуры побега в период вегетации (см. Анатомо-структурные и биохимические процессы у виноградной лозы в условиях Чувашской АССР) нами отмечено, что в конце четвертой фазы вегетационного периода в побегах винограда, с прекращением деятельности камбия, под перициклом, или глубже, как например, у сорта Альфа (см. рис. 1) под первым слоем твердого луба закладывается образовательная ткань феллоген или пробковый камбий. Первоначально каждая клетка феллогена образуется вычлинением из клеток верхней части сердцевинных и радиальных лучей, посредством двух параллельных перегородок. К 20 августа клетки феллогена образуют в совокупности кольцо феллогена, которое состоит из слоя сомкнутых паренхимных тонкостенных клеток, богатых протоплазмой. На поперечном разрезе они имеют форму прямоугольников. Клетки пробкового камбия порождают новые клетки путем образования тангентальных перегородок. Во внешних морфологических признаках закладка феллогена на первых этапах не проявляется. Нижние части побегов, где возник феллоген, по внешнему виду и окраске остаются зелеными. Как показывает поперечный срез побега от 26 августа (1952 год), кольцо заложенного пробкового камбия (рис. 2, 3) откладывает как к переферии, так и к центру новые клетки. К переферии феллогеном откладывается 3—4 слоя клеток, одна под другой, без малейшего просвета, а к центру только 1—2 слоя клеток, которые сходны с соседними клетками мягкого луба, образуя феллодерму. Стенки клеток, отложившихся к переферии, в скором времени начинают опробковевать, пропитываясь суберином, и, таким образом, в теле побега закладывается сплошное многослойное кольцо пробки. На поперечном срезе (рис. 3) клетки

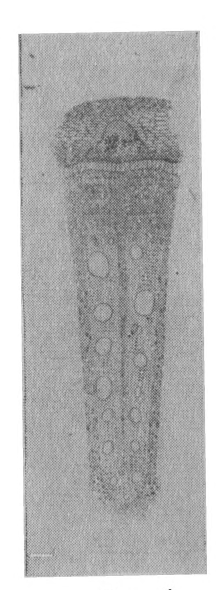


Рис. 6.

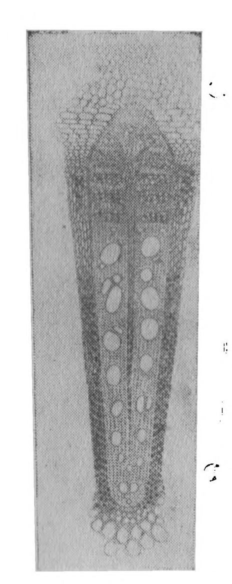


Рис. 2.

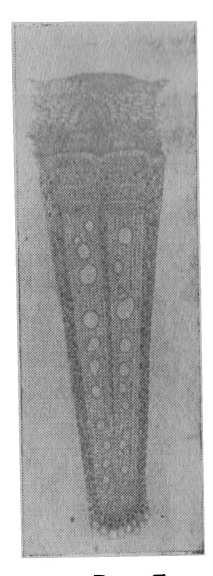


Рис. 3

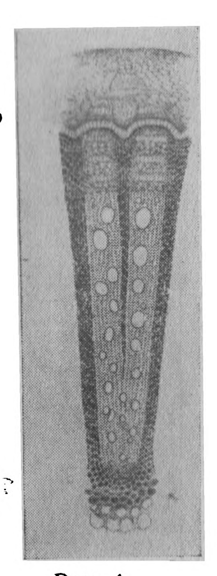


Рис. 4.

Анатомическое строение поперечного среза побегов винограда сорта Альфа в условиях Чебоксар. Рис. 1 от 20 августа, видно кольцо заложенного феллогена. Рис. 2 от 26 августа; рис. 3 от 1 сентября; рис. 4 от 10 сентября видно полностью сформированная перидерма. Черные зерна в клетках крахмал.

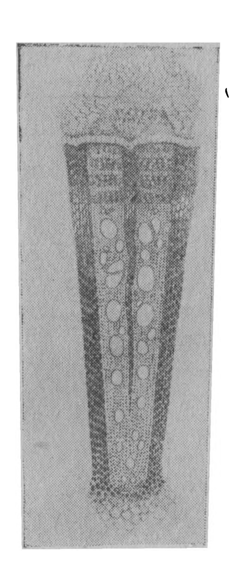


Рис. 5.

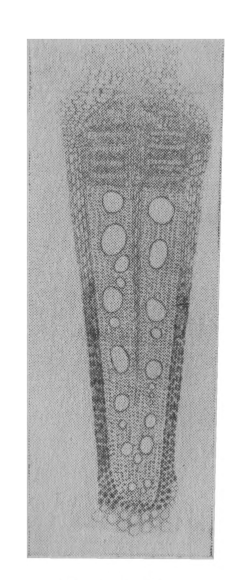


Рис. 6.

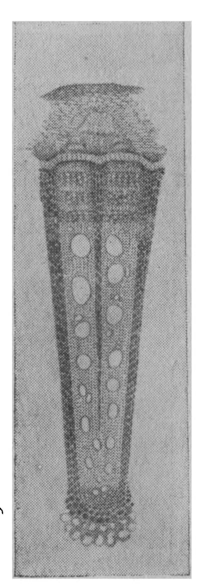


Рис. 7.

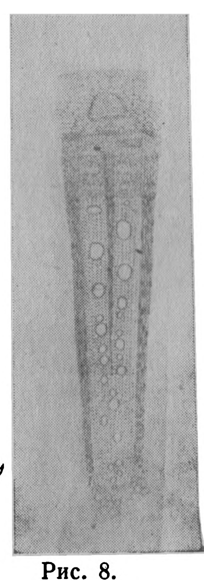


Рис. 8.

Анатомическое строение поперечного среза побегов винограда. Рис. 5 и 6 сорт Альфа в условиях Чебоксар от 25 октября и 1 ноября; на месте зерен крахмала появляется сахар. Рис. 7 и 8 сорт Мадлен-Анжевин в условиях Москвы.

пробки имеют прямоугольные очертания таблитчатой формы. Стенки клеток пробки у виноградной лозы сравнительно тонкие и представляют собой, так называемую, мягкую пробку. Слои клеток пробки, камбия и феллодермы, в конечном итоге образуют перидерму (рис. 3).

Наблюдения показали, как только сформировалась перидерма (у сорта Альфа к 1 сентября) рисунки 3 и 4, сразу во внешних наружных признаках этого участка стебля появляются видимые изменения в окраске и структуре поверхности побега. Периферические клетки перицикла и первого слоя твердого луба, отрезанные от снабжения водой из центрального цилиндра и сжимаемые нарастающим кольцом пробки, начинают отмирать. В дальнейшем смыкаются и отмирают клетки коры и эпидермиса. Отмирающие клетки содержат большое количество дубильных веществ и поэтому происходит характерное побурение поверхности побега.

Таким образом, обнаруживаемые на поверхности побега морфологические признаки вызревания являются проявлением процесса опробковения, связанного с закладкой феллогена и развитием из него перидермы.

Но образование пробки — это только один из моментов процесса вызревания. По мере роста побега на протяжении вегетационного периода, внутренние ткани его, дифференцируясь с каждой следующей фазой развития, приобретают все более сложное строение. В конце вегетации анатомо-структурные элементы побега прекращают свой рост и формирование. Достигнув предельного состояния развития, клетки, образующие ткани, вступают в период вызревания. Процессы, происходящие в клетках в этот период, связаны главным образом, с утолщением и одревеснением клеточных оболочек почти всех элементов ксилемы, флоэмы и сердцевинных лучей. Однако следует отметить, что откладываемые камбием клетки древесины и твердого луба начинают одревесневать уже в скором времени после их образования. Но это одревеснение клеток, как показали исследования, полностью не заканчивается. Так, при анатомическом анализе внутреннего состояния нижней части побегов, в конце четвертой и в пятой фазах развития отмечается очень активное одревеснение клеток сердцевинных лучей. При этом одревеснение клеток начинается с зоны, прилегающей к сердцевине, и постепенно распространяется к лубу. С моментом одревеснения клеток сердцевинных лучей совпадает и процесс накопления в них крахмала (рис. 1, 2, 3 и 4). У клеток, составляющих древесину и твердый луб, также обнаруживается утолщение оболочек. Прежде всего одревесневают клетки протоксилемы, которые долгое время оставались не одревесневшими, несмотря на их более раннее происхождение. Также, как и в клетках сердцевинных лучей, в них с момента одревеснения появляется крахмал. Затем одревеснение распространяется на

клетки древесины и сердцевинных лучей, прилегающих к камбию, которые образовались сравнительно недавно. Более позднее одревеснение их, по-видимому, определяет и более позднее отложение в этой зоне крахмала (рис. 2, 3). Одревеснение клеток лубяной части в период вызревания побегов идет в обратном направлении, от переферии к центру, навстречу процессу одревеснения древесины. Вначале одревесневают наружные части сердцевинных лучей и первые отложенные слои твердого луба. При этом, с момента их одревеснения, в них появляется крахмал. К 10 сентября (рис. 4) одревеснение клеток тканей заканчивается, и они полностью заполняются крахмалом. К этому же времени окончательно сформировывается перидерма. Несколько слоев мелких клеток сердцевины, прилегающих к древесине, также опробковевают, вследствие чего изолированная сердцевина буреет и отмирает. Наружная часть побега в это время принимает бурую окраску.

В процессе одревеснения клеток, помимо пропитывания оболочек различными инкрустирующими веществами, происходит и активная отдача ими воды. По нашим определениям, содержание воды в нижней части побега, как показано в таблице № 1, в период вызревания очень сильно падает. Если молодые побеги сорта Альфа, во второй фазе вегетации 17 июня, содержали 76,7 проц. воды, а к концу четвертой фазы, в начале вызревания, 26 августа — 62,6 проц, то в период вызревания древесины содержание воды в уже опробковевших побегах к 10 сентября сократилось до 47,6 проц.

Таким образом, процесс вызревания виноградной лозы, помимо опробковения наружных тканей, включает процесс одревеснения клеточных оболочек внутренних тканей. При этом, оба эти процесса проходят одновременно сопровождаясь отложением крахмала и снижением физиологической влажности.

Биохимическая сторона процесса вызревания, представленная на графике № 1 и таблице № 2, показывает, что в динамике содержания углеводов в этот период отмечается резкий скачок в сторону активного синтеза. Содержание крахмала с 3,5 проц., в начале вызревания, резко повышается до 7,6 проц., к 10 сентября. Количество сахаров, наоборот, уменьшается до 1 проц.

Таблица № 1

Динамика содержания воды в побегах винограда у сорта Альфа в 1952 году (в процентах на воздушно-сухой вес)

	Даты взятия проб								
	17/VI	27/VI	17/VII	27/VII	16/VIII	26/VIII	10/IX	10/X	28/X
% содержания воды	76,7	75,6	73,7	72,2	70,7	62,6	47,6	45,5	43,0

Таблица № 2

Динамика содержания углеводов в побегах винограда сорта Альфа в 1952 году (в процентах на воздушно-сухой вес)

Углеводы	Даты взятия проб				
	16/VIII	26/VIII	10/IX	10/X	28/X
Моносахара	1,4	1,0	0,4	2,0	2,8
Дисахара	0,1	1,0	0,6	1,5	2,7
Диимоносахара	1,5	2,0	1,0	3,5	5,5
Крахмал	2,0	3,5	7,6	4,0	2,5
Сумма углеводов	3,5	5,5	8,6	7,5	8,0

В отношении распределения крахмала можно отметить, что к 10 сентября им полностью забиты все клетки тканей, давая интенсивно синее окрашивание при действии иода на поперечный срез побега. Реакция на сахар обнаруживает присутствие, главным образом, в волокнах твердого луба и сосудах.

Следовательно по характеру углеводного обмена процесс вызревания отмечается очень энергичными синтетическими процессами, связанными с накоплением запасных веществ.

Однако в динамике углеводов в скором времени замечается смещение ферментативных процессов в сторону одностороннего гидролиза. По-видимому снижение температуры активизирует фермент амилазу, способствующую этому превращению. Это превращение идет тем интенсивнее, чем ниже температура воздуха. Как видно из графика № 1, содержание крахмала после достижения максимума, к 10 сентябя, снизилось до 4 проц., а количество сахара, наоборот возрасло до 3,5 проц. В конце октября содержание сахаров повышается до 5 проц. за счет уменьшения крахмала, количество которого к 25 октября составляет только 2,5 проц. Микрохимические исследования (рис. 5 и 6) подтверждают количественные показатели биохимического анализа. При этом, исчезновение крахмала и появление на его месте сахаров по тканям происходит в обратном порядке его накоплению. Вначале исчезает крахмал и появляется сахар в клетках твердого и мягкого луба. Затем реакция не обнаруживает крахмала в сердцевинных лучах лубяной части. Позже превращение крахмала в сахар наблюдается в клетках древесины. И самым последним исчезает крахмал из клеток сердцевинных лучей.

Аналогичные превращения в углеводном обмене в период вызревания побегов нами наблюдались и у европейского сорта Мадлен-Анжевин в условиях Московской области.

У Мадлен-Анжевина, как и у сорта Альфа, в процессе вызревания побегов с развитием перидермы происходит энергичное

накопление крахмала. Так к 12 сентября 1952 года, в условиях Подмосковья, у опробковевших междоузлий при микрохимическом анализе (рис. 7) наблюдалось полное заполнение крахмалом всех клеток тканей как в древесной, так и лубяной частях. С понижением температуры, к 28 октября (рис. 8) происходит смещение процессов в сторону перехода крахмала в сахар. Реакция на сахар обнаруживает присутствие его во всех клетках, где до этого содержался крахмал.

Наблюдаемое превращение сахаров под влиянием пониженных температур говорит о том, что виноградная лоза приобрела способность к закаливанию. Отсюда можно считать, что процесс вызревания побегов связан с активным накоплением и превращением углеводов, обусловливающих способность к закаливанию и перенесению пониженных температур в зимний период.

После рассмотрения основных процессов, проходящих в период вызревания виноградной лозы, мы видим, что в момент, когда появляются ярко выраженные внешние морфологические признаки опробковения междоузлия побега, в этот период внутри его, в основном, закончены все процессы, обусловливающие вызревания. Клетки тканей одревесневают, теряют воду и заполняются крахмалом. Поэтому можно полагать, что полное опробковение междоузлия является показателем оканчивающегося или, вернее, законченного процесса вызревания данного междоузлия. С этого периода в вызревшем междоузлии наступает новый цикл процессов, обусловленных состоянием глубокого физиологического покоя.

Таким образом, исследования показали, что внешнее проявление вызревания побегов, обнаруживаемое по изменению окраски и структуры поверхности побега, связано с процессом опробковения, при котором формирующаяся феллогеном перидерма приводит к отмиранию наружных слоев коры. Процесс вызревания, помимо опробковения, включает процессы одревеснения клеточных оболочек внутренних тканей. При этом, оба этих процесса проходят одновременно сопровождаясь отложением крахмала и снижением физиологической влажности.

Биохимическая сторона процесса вызревания выражена активным накоплением крахмала, которым заполняются все клетки тканей. Сахара в этот период содержится очень мало. После наступления максимума в содержании крахмала, в скором времени замечается превращение его в сахар. И тем быстрее идет превращение, чем ниже температура воздуха.

Принимая во внимание современную теорию морозоустойчивости растений Туманова И. И. (1945), мы можем считать, что у виноградной лозы под влиянием пониженных температур, в период вызревания побегов, развивается морозоустойчивость, которая выражается в приобретении в этот период способности к закаливанию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В. Г., Александрова О. Г.— Является ли одревеснение обратимым или необратимым процессом. Записки Тифлисского ботанического сада вып. 5—6, 1929 г.

2. Александров В. Г., Савченко М. И.— О состоянии зеленых пластид коры деревьев в зимний период. Труды ботанического института имени В. Л. Комарова, АН СССР, вып. I, серия VII, 1950 г.

3. Барберон Г. А. Виноградарство СПБ. 1912 г.

4. Баранов П. А.— Строение виноградарной лозы. Ампеллография СССР 1946 г.

5. Бибикова А. Ф.— Зависимость между строением тканей и устойчивостью к низким температурам ДАН. СССР т. XX, № 5, 1938 г.

6. Варатанян М. Д.— Зависимость морозоустойчивости лозы от биохимических изменений. Виноделие и виноградарство СССР, № 11, 1952 г.

7. Гоголь-Яновский Г. И. Руководство по виноградарству, 1928 г.

8. Кротков А. П.— Виноградарство. 1927 г.

9. Липецкая А. Д.— К морозостойкости виноградной лозы. Тр. Анап. опыт. ст. по в-ву 1930 г., вып. 7.

10. Максимов Н. А.— О вымерзании и холодостойкости растений СПБ, 1913 г.

11. Манохин П. А.— Повысить качество чернков. Виноделие и виноградарство СССР, № 11, 1950 г.

12. Мержаниан А. С.— Виноградарство. 1951 г.

13. Мишуренко А. Г.— Зависимость виноградной лозы и защита виноградных кустов от зимних повреждений в условиях УССР 1947 г. Повреждение виноградников в зиму 1934—35 г. Юбил. сборник УНИИВ имени Таирова, 1936 г.

14. Мининберг С. Я.— Морозостойкость некоторых сортов винограда. Изд-во Киевского Гос. университета, 1948 г.

15. Мержаниан А. С.— Виноградарство. 1951 год.

16. Потапенко Я. И. и Захарова Е. И.— Реакция винограда на световые и температурные условия. Труды УГЛ имени Мичурина. Изд. ВАСХНИЛ селекция плодовоягодных растений, 1937 г.

17. Стоев К. Д.— Динамика углеводов виноградной лозы в связи с направленностью образования и распада ди и полисахаридов ДАН СССР, т. XI, № 6, 1948 г. Биохимический анализ виноградного растения в годичном цикле развития Вин-е и в-во воен-во СССР, № 12, 1952 г.

18. Туманов В. Е.— Физиология осеннего вызревания плодовых деревьев. Изд. АН СССР, № 5, 1945 г.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

В. Д. АВДЕЕВ

СТЕПЬ ОКОЛО ДЕРЕВНИ ПОПЕРЕЧНАЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Участок северной степи, известный в ботанической литературе под названием «Поперечанская степь» по имени деревни Поперечная, которой она раньше принадлежала, расположен в юго-западной части Пензенской области на водоразделе верховья реки Хопра и его притока Арчеды.

Впервые растительность южной части этого участка была описана в 1904 году И. И. Спрыгиным, который, открыв этот степной участок для науки, к 1919 году (Спрыгин, 1931) добился, чтобы часть его, размером в 100 десятин была признана заповедной и передана Пензенскому обществу любителей естествознания. Организация заповедника, по Спрыгину, была вызвана намерением «сохранить хотя бы небольшой уголок северной степи для будущих исследователей и дать им возможность ближе подойти к решению как общего «степного» вопроса, так и других вопросов, для изучения которых требуется наличность нетронутого растительного покрова и степного черноземного грунта». (Спрыгин, 1923).

Остальная, сохранившаяся к тому времени площадь степи была поделена между дер. Поперечной, Поперечанским совхозом и Кучкинской агростанцией.

Участки, принадлежавшие деревне и совхозу были нацело распаханы, а участок агростанции впоследствии присоединен к заповеднику, общая площадь которого, после этого, оказалась около 200 га.

В 1952 году, в связи с ликвидацией Куйбышевского заповедника, в состав которого входила последнее время Поперечанская степь, она целиком была передана совхозу, начавшему ее хозяйственное использование в качестве сенокосного угодья,— там, где это было возможно, т. к. участок сильно зарос кустарником,— и выгона для крупного рогатого скота. Вследствие низкой продуктивности этого участка как лугового угодья, его было

предположено распахать уже осенью 1953 года и только специальное ходатайство БИН АН, по-видимому приостановило проведение этого мероприятия.

Таким образом, Поперечeнская степь была заповедной с 1919 по 1952 год, т. е. в течение 32 лет.

За это время ряд ботаников посещал её, и теперь странным кажется, что на степи, которая представлялась, как образец, единственный в своем роде, восточного варианта луговых северных степей, за все время её существования в качестве заповедника, не было организовано никаких стационарных наблюдений, не было сделано даже подробного описания всей растительности или, хотя бы, полного списка флоры столь интересного в научном отношении участка.

Самые подробные сведения о растительности Поперечeнской степи были некогда даны лишь самим И. И. Спрыгиным в небольшой брошюрке, вышедшей в 1923 году. По-видимому, чувствуя недостаточность приводимых им данных, автор озаглавил свою работу лишь как «материалы к описанию степи».

Описание, данное И. И. Спрыгиным страдает рядом существенных недостатков: 1. Оно не полно — совершенно незатронутой описанием осталась растительность северо-восточной и северо-западной части заповедника; 2. На приложенном к брошюре плане не обозначены точки описаний, как не отмечены они и в природе; 3. Описание различных участков степи производилось не одновременно, а на протяжении 16 лет, с 1904 по 1920 годы. При этом, описания 1904 года приводятся на-ряду с описаниями 1920 г. По-видимому, автор совершенно не считался с возможностью изменения растительности в местах старых описаний. А, между тем, сравнение повторных описаний растительности одних и тех же пунктов обычно дает материал для выводов о динамике растительности, не синхронное же описание двух соседних участков дает материалы не сравнимые.

После И. И. Спрыгина на степи работал в 1924 году А. А. Уранов. Хотя главной его целью было изучение «закона константности» в применении к степным ценозам,— он дает подробные описания растительности некоторых пунктов заповедника. Особенно ценным является его, первое в истории степи, описание восточного угла заповедника, в дополнение к описаниям И. И. Спрыгина, хотя и не синхронное ни одному из них. Последний продолжает общие наблюдения за растительностью Поперечeнской степи, но подробных описаний больше, по-видимому, не делает, ограничиваясь лишь некоторыми замечаниями, опубликованными им в более поздних трудах. (Спрыгин, 1926, 1931).

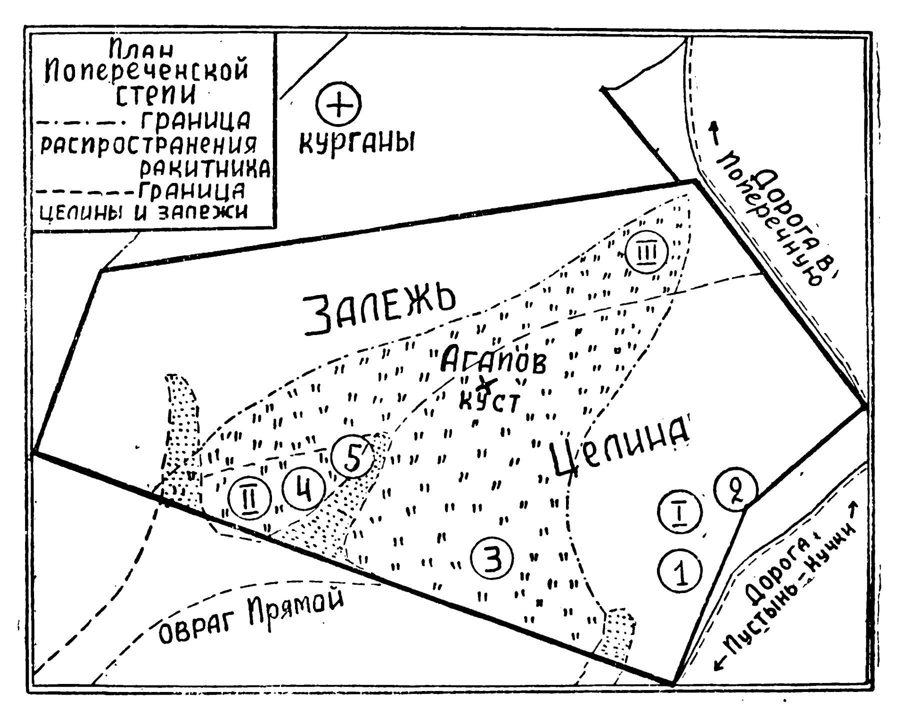
В 1940 году, с целью изучения подземных частей степных растений, в заповеднике работал М. С. Шалыт, который, считая, что «растительный покров Поперечeнской степи подробно опи-

сан в ряде работ» (Шалыт, 1950), не делает своего описания, ограничиваясь лишь несколькими замечаниями.

Наконец, небольшую заметку, посвященную, главным образом, наблюдению над влиянием пожара на растительность Попереченской степи, опубликовал Е. М. Лавренко (1950), производивший свои наблюдения еще в 1939 году.

Перечисленным и исчерпываются опубликованные данные о растительности Попереченской степи.

Ниже приводится общий план степного участка, бывшего заповедным. На плане, арабскими цифрами в кружочках, отмечены, приблизительно, по данным «Материалов к описанию» (1923), пункты описаний растительности, произведенных И. И. Спрыгиным. Цифрами римскими — пункты описаний А. А. Уранова.



Южная часть участка, примерно до водораздельной западины, где находится Агапов куст, представляет из себя, предположительно, никогда не паханную целину, хотя полной уверенности в этом нет, т. к. старые, часто плохо заметные, межи отмечают явно залежные участки и здесь; восточная — несомненные залежи, т. к. здесь старые межи хорошо заметны.

История заповедной Попереченской степи по данным И. И. Спрыгина и более поздним рисуется в следующем виде.

Русские заселили юго-западную часть Пензенской области только в XVIII столетии. С заселением начинается распашка целины, но в конце XVIII столетия, согласно планам Генерального межевания, пашни занимали еще незначительную часть площади. К средине XIX столетия распаханной оказывается уже большая часть целины и распашка отдельных частей её продолжается до заповедания участка.

Дореволюционные хозяева степи, по выражению крестьян, «с одного конца драли степь, а с другого запускали пашню». Таким образом, залежи здесь должны быть различного возраста. Время запуска залежей, за отсутствием точных данных установить невозможно. По устному сообщению крестьян И. И. Спрыгину, некоторые из участков запущены еще во времена крепостного права!

До 1917 года степь использовалась, как сенокосное угодье, с последующим выпасом на ней значительного стада овец. С 1917 года она стала подвергаться более интенсивному выпасу, так как на ней стали пасти лошадей и крупный рогатый скот крестьяне. С 1917 года по 1922, несмотря на объявление в 1919 году степи заповедной, растительность на ней продолжает усиленно стравливаться. Только в 1922 году, как пишет И. И. Спрыгин (1926) — «удалось значительно сократить эту пастьбу, а с 1923 г. свести её до минимума».

Полного режима заповедника установить на Попереченской степи, по-видимому, никогда не удается. Все годы продолжается, хотя бы слабый и безсистемный выпас, а, возможно, и частичное сенокошение. Особенно усиленным потравам подвергаются, естественно, пограничные с соседними землевладениями участки.

Можно предположить также, что потравы усиливаются особенно после смерти энергичного организатора заповедника И. И. Спрыгина. Однако, на степи к осени оказывается достаточно сухих остатков растительности, чтобы время от времени здесь возникали степные пожары. Быть может, это были сознательно пускаемые кем либо «палы». Последствия одного из них и наблюдал Е. М. Лавренко в августе 1939 г.

С ликвидацией заповедника и передачей в 1952 году степи совхозу, она используется, как выгон для крупного рогатого скота.

В 1953 году я имел возможность дважды посетить Попереченскую степь. Первый раз — 28 мая, вместе с профессором Пензенского СХИ К. А. Кузнецовым, который изучал почвы степи. Некоторые сведения он разрешил мне использовать в данной работе; вторично — 1 и 2 июня — сопровождении студента СХИ Н. Крюкова, оказавшего мне значительную помощь в работе. Пользуюсь случаем выразить благодарность обоим упомянутым лицам.

Описания производились мной, по возможности, в тех же пунктах, что и моими предшественниками, с целью получить

данные об изменениях степной растительности в тех условиях, в которые был поставлен заповедник. Ниже приводятся списки растений в последовательности нумерации их, данной И. И. Спрыгиным. При этом в списках Спрыгина и Уранова произведены следующие необходимые изменения:

1. Устаревшие названия растений заменены новыми, согласно последнему изданию «Флоры» Маевского (1954).

2. Отметки обилия почти все сохранены в том виде, как их применяли авторы, хотя некоторые из них сейчас с трудом поддаются расшифровке. Например, неясно — какое различие видели авторы в обозначениях обилия: Un, +,* и 1?

Изменены лишь, согласно распространенной теперь методике, обозначения степеней возрастающего обилия: по Спрыгину оно обозначается рядом: $COP^3 < COP^2 < COP^1$; в настоящее время принято считать, что: $COP^3 > COP^2 > COP^1$.

Согласно данным И. И. Спрыгина (1923), на Попереченской степи наибольшую площадь занимали луговостепные ценозы. Луговая степь на участках горизонтальных или слабых склонах была типична для северных степей вообще. Господствует типчак Festuca sulcata, в большом количестве встречается костер береговой Bromus riparius.

Много пестрого разнотравия, определяющего различные аспекты степи. Особенно многочисленными представителями этой группы являются: кашка, желтый подмаренник, пазник, колокольчик Campanula altaica и др. Характерна примесь мезофилов: Polygonum bistorta, Leucanthemum vulgare, Sanguisorba officinalis и др.; присутствуют окололесные виды, вроде медуницы Pulmonaria angustifolia.

Очень характерным, наконец, является наличие сплошного ковра из мха Thuidium abietinum, по Спрыгину — развивающегося на степях «береженых и не подвергавшихся интенсивной пастьбе скота». Ковылей встречается два вида: ковыль узколистный и перистый, но оба лишь единичными экземплярами.

Первый участок был описан И. И. Спрыгиным в южной части заповедника, в июле 1904 года, на пологом склоне на юг, где было много лощин мелких и небольших западинок. Господствовал типчак, но дернины его были мелкие, несомкнутые, лишь редкие с цветом. Много было костра берегового и собачьей полевицы, находящихся в это время в цвету. Обилен тонконог. Ковыли же встречались единичными экземплярами. Моховой покров был неравномерен — местами сплошной, местами мох отсутствовал.

Участок № 2 был выбран рядом с уч. № 1 и описан в июне 1908 года. Среди его растительности было меньше разнотравия, чем на предыдущем по-видимому, вследствие засушливого лета в год описания. В 1924 году, в июле, примерно на той же площади произвел описание растительности А. А. Уранов (1925).

По его данным, господствовал по прежнему, типчак; ковыли

отмечаемые им в количестве уже трех видов, также не имели большого значения. Слабо был развит и моховой покров. В целом растительность сильно не отличается от описанной Спрыгиным. Следует отметить, что 1924 год — один из первых в существовании степи в качестве заповедника и режим использования мало чем отличается от предыдущего особенно этого, примыкающего к дороге участка.

За 20 лет выгонно-сенокосного режима, планомерного и ежегодного (1904—1924 г.) растительность почти не изменилась, в то время, как за 29 лет режима почти заповедного в ней произошли разительные перемены!

Исчезли **целиком** (!) степники — эдификатор типчак и доминант тонконог, так, что я не мог найти на участке **ни одного** экземпляра этих видов; вместе с ними исчез и мох Thuidium abietinum. Уменьшил обилие обычный доминант луговой степи клевер белоголовка. Сильно распространился узколистный ковыль представленный хорошо развитыми, обильно цветущими экземплярами; обильны мезофилы — подмаренник северный, серпуха разнолистная и др. Появился в значительном обилии, костер безостый, совсем не отмеченный предыдущими исследователями и медуница Pulmonaria angustifolia.

Появился также на участке в значительном количестве отсутствовавший при Спрыгине и едва замеченный Урановым ракитник. В прежнем относительном обилии сохранились только костер береговой и кашка.

Общий характер растительности также сильно изменился: вместо сплошного и равномерного «ковра трав», на участке — сильно разреженные заросли разбросанных группами видов. Истинное покрытие — не более 40—50%, проективное, благодаря высокорослому разнотравию с широкими листьями — несколько больше. Ярусность не выработана. На почве густой войлок из мертвых растительных остатков мощностью 5—7 см., который явно угнетает растения, особенно злаки. Угнетен и ракитник. Общая картина, несмотря на обилие ковыля — отнюдь не ковыльной степи, а бурьянистых, не ассоциированных зарослей.

Участок № 3 был описан И. И. Спрыгиным 17. VI. 1920 г. в юго-западной части заповедника на водораздельном пологом склоне между двумя оврагами. Снова господствует типчак и костер береговой, а ковыли — единичны.

Изменения среди растительности носят тот же характер, что и в предыдущем случае. Правда, типчак здесь не исчез совершенно, но сильно уменьшил обилие. Снова не найден тонконог, исчезли и луговые злаки.

Также сильно распространились ковыли, ракитник и мезофильное разнотравие, среди которого такие окололесные виды, как клубника и костяника, не отмеченные совсем Спрыгиным; подмаренник северный и др.

Костяника, по-видимому была занесена в пределы заповедника

в недавнее, сравнительно, время, так как не упоминается ни в «Списке растений, замеченных на степи у д. Поперечной «Спрыгина (1923), ни в списках Уранова.

Участок № 4 был описан Спрыгиным в июне 1908 года на пологом (2°—3°) южном склоне правого берега Прямого оврага.

Автор относит участок к числу расположенных на «склонах с южной экспозицией», выделяя, в первую очередь, его описание среди предыдущих именно по этому признаку. Однако, предыдущие описания были произведены, в сущности, также на склонах, с тем же наклоном на юг. Вообще известно, что совершенно горизонтальные участки встречаются очень редко. Поэтому учтя сказанное выше, выделять участок № 4 по геоморфологическому принципу не рационально.

Следует отметить, что участок № 4 располагается между двумя оврагами и поэтому, вероятно, и до заповедания степи подвергался более умеренному воздействию выпаса. Может быть поэтому здесь господствовал ковыль Stipa stenophylla, немало встречалось и типчака, который развивался, однако, плохо — дерновины были мелкие, отчасти — засохшие. Много было костра берегового, замеченного Спрыгиным в обилии «COP» (без цифрового указателя); из разнотравия выделялись кашка и сон-трава. На почве, местами, был развит покров из Thuidium abietinum, местами же — войлок из отмерших листьев злаков, наличие которого подтверждает предположение о слабом, сравнительно, влиянии выпаса и сенокоса. Уранов (1924) повторяет общую характеристику растительности, данную Спрыгиным, еще раз отмечая наличие войлока из отмерших трав.

И здесь мы должны отметить «олуговение» произошедшее к 1953 году. Исчезают с участка из злаков — типчак, тонконог, овес Шелля и даже — костер береговой! Не найден мох Thuidium abietinum, зато сплошной массой распространяется ковыль узколистный и к растительности примешивается костер безостый, совсем не отмеченный предыдущими исследователями. Из кустарников — сильнее распространяется ракитник и появляется несколько экземпляров, спиреи и шиповника. Напочвенный войлок сохраняется.

Участок № 5, описанный И. И. Спрыгиным в конце июня 1908 года располагается также на правом берегу Прямого оврага, но на более крутом (10°—15°) склоне на юго-восток. Участок для описания был выбран на площадке, находившейся между тремя небольшими куртинами бобовника. Растительность его состояла, главным образом из ковыля трех видов: Stipa stenophylla, S. Joannis, и Stipa dasyphylla, причем преобладал первый.

Много было и других степных злаков — типчака и тонконога. В меньшем количестве встречались представители разнотравия. Автор отмечает неравномерное, пятнистое распределение растений: виды в различных частях участка то образовывали скопления, то встречались весьма разреженно, вплоть до того, что между эк-

земплярами оставались значительные участки голой почвы. Мхи, хотя и встречались, но сплошного покрова не образовывали.

Изменения растительности, произошедшие к 1953 году на данном участке, выразились в следующем: куртины бобовника сохранились, но рядом с ними появились целые заросли степной вишни. Не найдены — тонконог, кашка, клевер белоголовка и мхи, зато увеличили обилие, бывшие менее обильными два вида ковыля — Stipa Joannis и S. dasyphylla и появились, не отмеченные И. И. Спрыгиным костры Bromus ruparius и Bromus inermis и клубника.

Явно повысили обилие некоторые виды мезофильного разнотравия.

Участки №№ 6 и 7 описаны И. И Спрыгиным вне пределов заповедной площади в местности «сурки» близ деревни Поперечная? Автор отмечал здесь наличие ковыля Stipa stenophylla, пустынного овса и ряда других степных злаков. Много было и степного разнотравия.

При моем посещении 1. VI. 53 этих участков они оказались совершенно забитыми чрезмерным выпасом. Растительность находилась в стадии переходной к мятличнику. Ни ковылей, ни пустынного овса найти не удалось.

Если относительно южной половины заповедного участка еще возможно предположение, что она никогда не пахалась и представляет из себя «отвечную целину», то относительно того, что северная часть, примерно к северу и востоку от западины «Агапов куст» является залежью, хотя и старой,— сомневаться не приходится. Здесь — местами едва заметны, а местами отлично видны — невысокие валики, представляющие следы старых меж. Время распашки залежных участков и запуска их в залежь остается не выясненным. Несомненным является только, что уже в 1904 году участок этот представлял собою старую залежь. Небольшая часть этой залежи близ Агапова Куста была описана И. И. Спрыгиным в июне 1908 года.

В то время растительность на залежи была редкая и низкая. Довольно часто встречался типчак, изредка — тонконог и, очень редко — мятлик луговой, полевица собачья и пр. Из разнотравия — клевер белоголовка, клубника, лапчатка серебристая. Особенно обилен был тимьян Thymus Marschallianus. «Ковылей на данном участке залежи не найдено ни одного экземпляра; вообще на залежи около Поперечной ковыль встречается крайне редко, единичными лишь экземплярами и исключительно Stipa Joannis» (Спрыгин, 1923).

Изменения среди растительности к 1953 году произошли в том же направлении, что и на предыдущих участках. Сильно распространились ковыли, с тем, однако, отличием, что наибольшего обилия из видов ковыля здесь достигает не узколистный ковыль, а перистый, первый вид встречается лишь рассеянно. Обилен также, не отмеченный Спрыгиным, костер безостый,

зато сильно уменьшил обилие типчак. Из разнотравия исчезла лапчатка серебристая и сильно уменьшил обилие тимьян, а распространились клубника и не отмеченная Спрыгиным костяника.

Мха Thuidium abietinum мной не найдено.

По участку распространился ракитник, отсутствовавший при Спрыгине, однако, он угнетен и частью посох.

По общему впечатлению, описываемая растительность весьма похожа на таковую небольших лесных полян в дубравах лесостепи, на которых обычно отсутствуют выпас и редко сенокошение: травостой зарослево-бурьянистого сложения, ярусность выявляется весьма плохо, дернина развита слабо, мертвый покров сплошной и довольно мощный, истинное покрытие не более 50%.

Растительность восточного угла заповедника не была описана И. И. Спрыгиным. Первое описание её дает А. А. Уранов в 1924 году. Участок представляет очень пологий склон на юго-восток. По данным Уранова, растительность его более мезофильна, чем в прочих частях заповедника, уже в 1924 году. Здесь обильнее такие виды, как кровохлебка, белая лапчатка и даже луговой клевер. (Однако, необходимо отметить, что между общим, визуальным, описанием растительности и списком растений у А. А. Уранова имеются странные противоречия: так, в описании, изложение которого приведено мной выше, А. А. Уранов подчеркивает особое обилие таких видов, как кровохлебка и лапчатка белая, между тем, как в списке первый вид имеет отметку обилия Sol, а второй — только +, т. е. лишь присутствует на участке!).

Встречаются и такие влаголюбивые виды, как горец змеиный и таволга вязолистая (по-видимому найденный и мной — близкий морфологически вид — таволга степная Filipendula stepposa).

Из ковылей распространен ковыль узколистный, господствует типчак. Среди растений намечается ярусность.

Изменения к 1953 году весьма схожи с описанными выше, хотя имеются и отличия. Уменьшается обилие типчака; исчезают с участка обычные доминанты луговой степи — костер береговой, кашка, клевер белоголовка. Растительность приобретает общий характер сорно-выгонной. Из злаков особенно сильно распространяются мятлик луговой и костер безостый; обильна осока Carex praecox Schreb.; очень обильны клубника и, вновь появившийся, горчак. Ракитник, встречавшийся ранее единично, теперь разбросан группами по всему участку, хотя и угнетен, по причине неясной. Быть может, он был поражен какой-либо болезнью, т. к. часть кустов погибла совершенно, от них остались лишь высохшие прутья. Появился отсутствовавший шиповник и непременный обитатель всех лесных пожарищ — кипрей, распространившийся здесь, по-видимому, после сильного степного пожара 1938 года, будучи занесен неизвестно откуда.

Следует упомянуть здесь же, что во рву, ограничивающем за-

поведную площадь с востока, мной найдены по небольшому кустику черной смородины и черемухи которые, вместе с обильной теперь костяникой, не отмечались предыдущими исследователями на заповедной степи.

Возможно, что, как виды, имеющие сочные плоды, они занесены сюда птицами. Е. М. Лавренко отмечает еще наличие яблони, погибшей при степном пожаре 1938 года. (1950). Ни предыдущие исследователи, ни я яблони на заповедном участке не встречали.

Переходим теперь к растительности водораздельной западины, которая известна под названием «Агапов куст».

«Кустом» вообще до революции крестьяне называли небольшой лесок. Поэтому, судя по названию, здесь некогда был лес, что подтверждается и наличием в составе травостоя западины лугово-лесных и чисто лесных видов (напр., ландыш).

И. И. Спрыгин также согласен с тем, что Агапов Куст представляет из себя остатки осиновой рощи. В 1904 году крестьяне говорили ему, что еще недавно здесь был лесок, однако он застал уже только мелкую кустарниковую поросль, в которой преобладали ивы. Осины было мало и встречалась она в виде небольших деревец. Травянистая растительность была здесь в то время густая и состояла из разнообразных экологически видов.

В 1908 году И. И. Спрыгин заметил уменьшение числа осинок, а в 1919 году он едва отыскал западину, отличив её среди окружающей растительности, лишь по многочисленным экземплярам чемерицы. «В настоящее время,— замечает он,— западина служит сенокосным угодьем и ежегодно выкашивается». (Спрыгин, 1923). Судя по этому замечанию, а также по данным Е. М. Лавренко (1950) на заповедной степи практиковался и сенокос!

Перемены, произошедшие среди растительности западины к 1953 году, также весьма значительны. Несмотря на сенокошение, поднялись два порядочных деревца осины и развилась низкая и редкая осиновая поросль. Исчезают или почти исчезли влаголюбивые и лесные виды, вместо них распространяются мезофилы и даже ксерофилы, вроде типчака. Если на степи, вне западины, можно отметить явную мезофилизацию растительности, то здесь она стала более ксерофильной, и нет ничего невероятного в предположении, что со временем различия между степью и западиной окончательно исчезнут.

Замечательны изменения, произошедшие в характере почвы западины за полвека. По определению проф. В. В. Геммерлинга, в 1910 году здесь была темная, солонцеватая почва.

По наблюденим проф. К. А. Кузнецова, в 1953 году почва западины имеет характер лугово-лесной, глинистой серой глееватой почвы, но, отнюдь не солоди. По его мнению почва могла измениться под влиянием растительности.

При описании кустарниковой степи И. И. Спрыгин изменяет

принятой им вначале методике и дает только простой список видов, встречающихся к тому же в нескольких зарослях кустарников, не квалифицируя даже их обилия. Он указывает, что заросли степных кустарников обычны на этой степи (но встречаются лишь в виде небольших куртин). Среди кустарников господствует обычно бобовник, иногда тёрн, в верховьях одного из оврагов замечены куртины вишни. Из степных кустарников замечен еще в небольшом количестве ракитник шиповник и спирея.

В настоящее время соотношения между видами кустарников значительно изменились. Почти по всей степи распространились редкие заросли ракитника, который местами достигает обилия COP[1]. Однако, в 1953 году ракитник чувствовал себя плохо, среди его экземпляров было много посохших и редкие цвели. На юге заповедника распространены заросли из невысоких побегов бобовника.

Ниже приводится сделанное мной описание одного из участков кустарниковой степи, где преобладала вишня. Участок располагается на пологом склоне на юг, между двух оврагов в юго-западной части заповедника.

Остается только описать еще растительность двух курганов, имеющихся на степи, чтобы картина современной растительности Поперечнеской степи была более или менее полной.

И. И. Спрыгин говорит о курганах следующее (1923): «Высотою они около двух сажен при диаметре приблизительно около десяти сажен и имеют форму шарового сегмента. На одном из них наблюдался редкий и несомкнутый дерн из тонконога, причем на склонах, обращенных к Ю., Ю.-З. и З.-Ю. З. промежутки между экземплярами тонконога были затянуты покровом из Tortula ruralis, северный и соседние с ним склоны имели покров из Thuidium abietinum. Здесь к редкому дерну из тонконога примешивалось много экземпляров Bromus riparius и попадались немногие степные формы, как желтый подмаренник и др.

На другом кургане к тонконогу примешивались и типчак и «Poa pratensis» (Спрыгин, 1923). Как видно из сделанного мной и приводимого ниже описания, и растительность кургана претерпела сильнейшие изменения, примерно — в том же направлении, что и растительность плакорной степи. На кургане, расположенном восточнее, на самой вершине поставлен какой-то столб, вокруг которого все вскопано. На его склонах сохранилась лишь редкая растительность.

Западный курган покрыт более густой растительностью.

Анализируя список видов, встреченных на этом кургане, мы можем отметить сильнейшее распространение на вершине и южном склоне, в первую очередь,— мезофилов — клубники и костра безостого и, затем, обычного доминанта одного из нижних ярусов типчаковых степей — тимьяна. Типчак здесь встречается не часто, примерно в равных количествах с тонконогом, костром береговым и луговым мятликом.

Северный склон, вопреки распространенному представлению о более густой и пышной растительности, будто бы всегда покрывающей северные склоны,— здесь несет растительность сильно изреженную: в целом, быть может, более мезофильную, чем южный. Однако, именно на северном склоне растут единичные экземпляры перистого ковыля.

Итак, сравнивая списки растений, составленные исследователями до заповедания степи, со списками полученными в 1953 году, мы можем сделать вывод, что заповедный режим, хотя и не строго выдержанный, сильно отразился на растительности. Изменения произошли и качественные и количественные.

1. Произошла смена многих ксерофильных видов мезофильными. Сильно уменьшили обилие, а местами и совсем исчезли многие степные злаки: господствовавший раньше типчак, тонконог, костер береговой. Исчез и доминант припочвенного яруса мох Thuidium abietinum. Повсюду распространился мезофильный злак костер безостый, а из разнотравия — подмаренник северный, клубника, костяника отсутствовавшая до заповедания на степи и др. виды.

2. Почти повсюду распространился ракитник. Довольно разреженными кустами его поросла большая часть степи. Еще более распространились ковыли, встречавшиеся ранее лишь единично. При этом, ковыль узколистный преобладает на предполагаемой целине, а перистый — на залежах.

Повсеместное современное распространение ковыля показывает ошибочность утверждений И. И. Спрыгина (1923) и Е. М. Лавренко (1950) о том, что ковыль на Попереченской степи (в силу климатических условий), приурочен к южным склонам.

Общий характер растительности, однако, несмотря на обилие ковыля, отнюдь нельзя назвать степным. Разреженность травостоя, зарослево-пятнистое его сложение, отсутствие ярусности — делает травостой сходным с бурьянистыми зарослями, сильно отличающимися уже на первый взгляд от ассоциированного определенным образом степного травостоя. Степи, в сущности, нет!

Попереченская степь исчезла!

И не вследствие «вредоносного влияния человека», а вследствие отсутствия или недостаточности этого влияния!

Подобное явление наблюдается и в других степных заповедниках. По свидетельству Н. С. Камышева (1956), сходные явления наблюдались на заповедных участках Стрелецкой, Казацкой и Хреновской степи; особенно подробно изучил он это в Каменной степи.

Его выводы совпадают с нашими. «Очевидно,— пишет он,— что для охраны флоры и растительности в степных заповедниках должны применяться сенокошение и целесообразный выпас, так как **абсолютная заповедность ведет не к сохранению, а утрате степного покрова.»** (Подчеркнуто мной В. А.)

Следовательно, на основании накопленных наукой данных, мы можем считать твердо установленным законом природы неразрывную связь между сенокошением и, особенно, выпасом и типичной степной растительностью. **Степь без выпаса существовать не может!** Этот факт требует настоятельного пересмотра положений современного степоведения.

Связь, существующая между выпасом и степной растительностью была подмечена еще И. К. Пачоским (1917). На первый взгляд, между данными Пачоского и нашими имеется некоторое противоречие. Этот исследователь говорит о вредном влиянии заповедного режима и полного отсутствия выпаса, в первую очередь, на ковыль,— в нашем же случае заповедный режим помог распространиться именно ковылю. Однако, на Попереченской степи заповедный режим, по-видимому, был лишь относительным. По данным приведенным выше, здесь все время производился выпас, хотя бы слабый и случайный, местами — сенокос, и возникали,— вероятно преднамеренные — степные пожары — палы. Слабый же выпас, по Пачоскому, приводит не к угнетению, а лучшему развитию именно ковылей. Но степень напряжения выпаса, к тому же не планомерного, оказалась все же недостаточной для сохранения степной растительности, которая за тридцать лет не только не сохранилась в заповеднике, но явно выродилась в бурьян. Таким образом, из всех имеющихся данных, свершенно неопровержимо вытекает, что **современная степная растителность может существовать лишь при помощи хозяйственной деятельности человека.**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бельский П. С. 1951. Куйбышевский заповедник. В сб. Заповедники СССР, т. I. Географгиз.

Камышев Н. С. 1956. Закономерности развития залежной растительности Каменной степи. Ботанич. журнал, т. XLI, № 1.

Лавренко Е. М. 1950. Некоторые наблюдения над влиянием пожара на растительность северной степи (Поперечeнская степь Пензенской обл.). Бот. журнал, т. XXXV, № 1.

Спрыгин И. И. 1923. Материалы к описанию степи около д. Поперечной Пензенского уезда и заповедного участка на ней.— Работы по изучению Пензенских заповедников. Пенза.— 1926. Из области Пензенской лесостепи. 1. Травяные степи Пензенской губернии. Труды по изучению заповедников, вып. 4. Москва. 1931. Растительный покров средневолжского края. Госиздат. Самара — Москва.

Уранов А. А. 1925. Материалы к фитосоциологическому описанию заповедной степи Пензенской губернии в связи с законом константности. Труды по изуч. заповед. вып. 7, Москва.

Шалыт М. С. 1950. Подземная часть некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов. Геоботаника, вып. 6, АН СССР.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

Р. В. НАУМОВ

О ЛИСТОГРЫЗУЩЕМ КОМПЛЕКСЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Наиболее существенный вред лиственным лесам Ульяновской области приносят листогрызущие вредители, и в особенности такие представители отряда чешуекрылых, как непарный шелкопряд (Ocneria dispar L.), златогузка (Euproctis chrysorrhoea L.) и кольчатый шелкопряд (Malacosoma neustria L.). Здесь достаточно привести следующие цифры: вышеперечисленными вредителями было повреждено в 1952 году 140 385 га лесонасаждений Ульяновской области, в 1953 г.— 117 991 га и в 1954 г.— 99 667 га. Причем повреждение было столь сильным, что в течение двух, а в некоторых местах даже трех лет подряд вредители объедали деревья догола, и лес в начале лета принимал зимний вид.

На основании анализа архивных и литературных данных мы можем утверждать, что данный случай не является исключением, и что массовые вспышки листогрызущих вредителей повторяются здесь периодически. Ульяновская область относится к зоне «постоянных размножений хвое- и листогрызущих вредителей» (Ильинский А. И. 1952), и их массовые вспышки здесь имеют наибольшую продолжительность и наибольшие абсолютные и относительные размеры.

Основная цель данной работы состоит в том, чтобы показать биологические особенности указанных выше листогрызущих вредителей и динамику их массовых вспышек. Поскольку по ряду своих особенностей данные вредители имеют сходство (сходство в кормовых породах, совместное участие в массовой вспышке), мы объединяем их в листогрызущий комплекс, хотя ясно сознаем, что понятие листогрызущего комплекса не ограничивается этими тремя вредителями.

Биология основных листогрызущих вредителей

1. НЕПАРНЫЙ ШЕЛКОПРЯД — OCHERIA DISPAR L.

По экономической значимости среди трех основных представителей листогрызущего комплекса на первое место следует поставить непарного шелкопряда, что объясняется его исключительной многоядностью, крайней прожорливостью и замечательным способом распространения.

Из архивных и литературных источников мы знаем о шести вспышках массового размножения этого опасного вредителя на территории теперешней Ульяновской и смежных с ней областей.

Первое упоминание относится к 1879 г. В архивах удельных ведомств в ведомости о лесе, поврежденном насекомыми за май 1879 г., говорится: «Во всех удельных лесных дачах XII округа (территория XII округа соответствует примерно теперешнему Сенгилеевскому лесхозу — Р. Н.) поеден лист на деревьях червем, называемым шелкопряд, который начально появился весной 1879 г. на дубовых деревьях. Истребив на оных весь лист, перешел на березовые и потом на все прочие породы, на которых тоже поел весь лист»[1].

Вероятно, об этой же массовой вспышке, но на территории Пензенской губернии, говорит Кеппен (1883), указывая, что в период с 1867 по 1879 годы там было сильное размножение непарного шелкопряда.

Вторая массовая спышка непарного шелкопряда здесь отмечена в 1881 г. Вспышка протекала на территории, соответствующей теперешнему Сурскому лесхозу. О данной вспышке сигнализирует в Симбирскую удельную контору надзиратель 6 округа, который в своем рапорте пишет: «В первых числах сего июня в лиственных лесах Стрелецкой, Жуковинской, Мало-Сурской и Больше-Сурской дач появился червь, который объедает деревья от листьев и затем переходит на луга и уничтожает травы»[2]. Судя по дальнейшему описанию, речь идет именно о непарном шелкопряде.

В документах, относящихся к 1889 г., мы находим упоминание о следующей массовой вспышке непарного шелкопряда. В рапорте управляющего 7-м Рачейским имением (теперь эти насаждения относятся к Куйбышевской области — Р. Н.) говорится: «... в течение июня месяца было замечено нападение на деревья лиственных пород непарного шелкопряда. Пострадали преимущественно липовые и дубовые деревья. Менее пострадали осина, клен и береза, хотя и на них замечено присутствие гусениц»[3]. Об этой массовой вспышке упоминается также в ра-

---

[1] Ульяновский гос. архив, ф. 318, д. 442.
[2] Там же, д. 535, л. 139.
[3] Там же, д. 1562, л. 27.

порте управляющего 8-м Красносоcенским имением от 3-го июня 1899 г[1].

Следующая массовая вспышка непарного шелкопряда относится к 1902 г. Управляющий 1-м Симбирским имением пишет в своем рапорте: «...в дачах вверенного мне имения появилась в большом количестве личинка непарного шелкопряда, уничтожающая листву деревьев. Главным образом пострадали дуб, клен, вяз и прочие лиственные породы. Ясень — единственная лиственная порода, которая вовсе не подвергается нападению непарного шелкопряда»[4].

Аналогичные рапорты были поданы в 1902 г. и управляющими других имений.

Затем в архивных документах имеется указание на массовую вспышку, непарного шелкопряда 1910—1914 годов. Причем в 1911 году вспышка была особенно сильной и охватила восемь удельных имений.

Далее из литературных источников известны массовая вспышка 1930—1934 гг. (Гусев — 1935, Напалков — 1951); 1939 — 1944 гг. (Аверкиев — 1939, Напалков — 1951). И, наконец, массовая вспышка 1951—1955 гг. протекавшая на наших глазах.

Таким образом, ясно, что Ульяновская область ноходится в зоне периодических массовых вспышек непарного шелкопряда.

Лёт непарного шелкопряда в насаждениях Ульяновской области начинается в июле (в 1953 г. лёт начался 6 июля, в 1954 — 10 июля), причем в насаждениях более полнотных лёт начинается позднее. Способности к полету у самок весьма ограничены. Летают они низким порхающим полетом, часто приземляясь. Спаривание происходит на нижней части стволов деревьев. Здесь же происходит откладка яичек. Касаясь вопроса о месте откладки яичек, нельзя не отметить имеющиеся в литературе разногласия. Так, до сих пор неясно оказывает ли самка непарного шелкопряда при откладке яиц предпочтение каким-либо породам или откладывает яйца в разной степени на все породы? (Кулагин — 1896, Аверкиев — 1939). Неясно также, имеется ли избирательность самок по отношению толщины деревьев (Кулагин — 1896, Соболев — 1897, Аверкиев — 1939).

Весьма противоречивы мнения авторов по вопросу о высоте расположения яйцекладок. Большинство иследователей считают, что яйцекладки располагаются на стволе не выше одного метра от уровня земли, а Шугуров (1907), проводивший свои исследования в Херсонской и Бессарабской губерниях, указывает, что там непарный шелкопряд откладывает яйца, на высоте выше человеческого роста. И, наконец, по вопросу — имеется ли какая-либо закономерность в ориентации яйцекладок к странам света — имеются только отдельные высказывания (Кулагин — 1896).

---

[1] Ульяновский гос. архив, ф. 318, д. 535, л. 34.

[2] Там же, д. 1739, л. 6. 10, 32, 55.

Выяснение этих вопросов для каждой области имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Известно, что как одна из мер борьбы с напарным шелкопрядом применяется сбор и нефтевание яйцекладок. Поэтому знать закономерности их расположения весьма важно и, если окажется, например, что яйцекладки располагаются не только в комлевой части ствола, но и в кроне дерева, то проведение этих мероприятий есть лишь бесполезная затрата труда и средств.

Для решения этих вопросов применительно к лесам Ульяновской области были проведены следующие наблюдения: на площадках размером 100 квадратных метров осматривалось каждое дерево. В таблицу заносились следующие данные: порода, толщина дерева на высоте груди, количество яйцекладок непарного шелкопряда на нем, высота расположения яйцекладок и ориентация их к странам света (определялась по компасу). Все эти наблюдения проводились осенью 1953 г., весной 1954 г. и осенью 1954 г. в насаждениях Б-Ключищенского лесничества, Ульяновского лесхоза, и весной 1954 г. — в насаждениях Карсунского лесничества, того же лесхоза. Всего было учтено 508 деревьев, в том числе: дуб — 162 экземпляра, осина — 271, липа — 43, клен — 14 и прочие породы — 18 экземпляров. Не приводя всего табличного материала, так как это заняло бы слишком много места, остановимся на основных выводах, полученных при его статистической обработке.

а) Вопрос о высоте расположения яйцекладок на стволе.

Для вычисления корреляции между числом кладок и высотой их расположения на стволе была построена корреляционная таблица. Так как у нас три основных участка (Ульяновский лесхоз — 1953 г., Карсунский лесхоз — 1954 г. и Ульяновский лесхоз — 1954 г.), то везде они были подсчитаны порознь. Всюду вместо числа кладок брался балл по шкале:

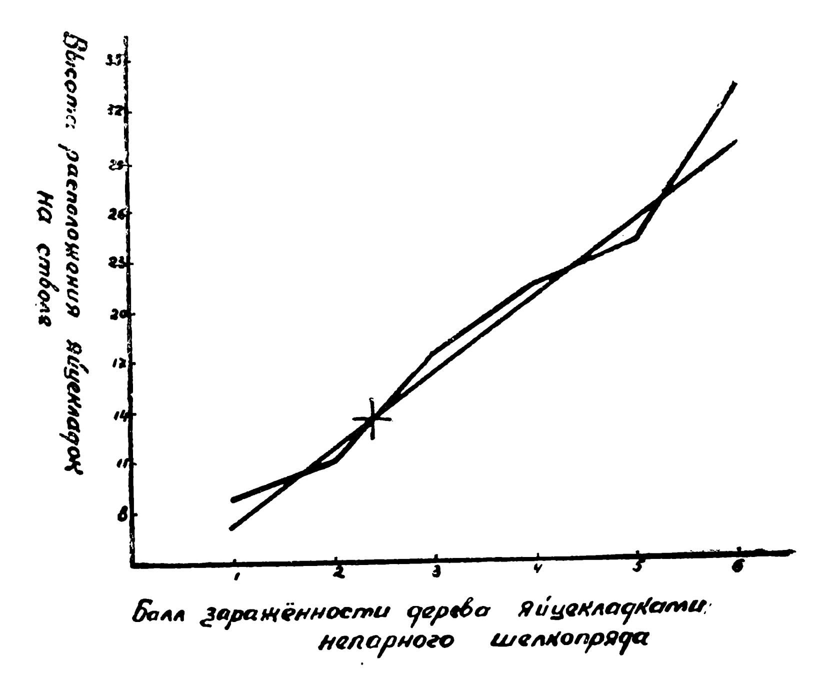
Число кладок	0	1	2—3	4—7	8—15	15—31	32—63
балл	0	1	2	3	4	5	6

Подсчитывая сумму квадратов отклонений от общего среднего для всего материала, находим ее равной 1140,7 для всех 507 степеней свободы. Приводим таблицу разложения дисперсии:

Таблица 1

Категория изменчивости	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Ф	Р
Общая	507	1140,7			
Варианты	8	101,0	12,63	6,08	0,01
Ошибка	499	1039,7	2,08		

Из данной таблицы видно, что различие между вариантами существенное, но если разложить дисперсию всех вариантов



Зависимость числа (балла) яйцекладок непарного шелкопряда от высоты их расположения на стволе (эмпирическая линия регрессии).

(101,0) по степеням свободы, то оказывается, что почти вся дисперсия падает на первую — на отличие Ульяновского лесхоза — 1954 г. от остальных двух участков. Этот контраст имеет Ф, равную 40,4, и Р, исчезающе малую. Во всех остальных семи степенях свободы (противопоставление двух участков, кроме Ульяновского лесхоза — 1954 г., противопоставление пород в пределах каждого участка) не дает и намека на сколько-нибудь значащее различие. Таким образом, по вариантам пород (беря три варианта: осина, дуб и все остальные) не имеется никакого существенного различия, и в дальнейшем мы могли бы игнорировать различие пород, хотя в некоторых случаях все же проводили обработку по различным породам (например, при выяснении зависимости количества яйцекладок от толщины деревьев).

Теперь, выяснив степень однородности материала, находим зависимость высоты расположения яйцекладок от их количества. Коэффициент корреляции оказался равным +0,631. Эмпирическая линия регрессии (см. черт. № 1) очень близка к прямой, а коэффициент регрессии равен 4,28. Это значит, что на каждый балл зараженности высота расположения яйцекладок повышается на 4,28 сантиметра.

Так как в нашем материале имеется очень высокая зараженность (более 50 яйцекладок на дерево), то ясно, что невозможно

ожидать очень высоких кладок. При наблюдении в лесу с помощью бинокля, а также срубленных деревьев, яйцекладок, расположенных очень высоко, обнаружено не было.

Таким образом, в лесах Ульяновской области, даже при очень высоком проценте заражения их яйцекладками непарного шелкопряда, яйцекладки располагаются довольно низко, и потому такие меры борьбы, как сбор и нефтевание яйцекладок, вполне оправданы.

Однако из рассмотрения кривой распределения яйцекладок по высоте видно, что,во-первых, она ассиметрична, а во-вторых, имеет справа значительный хвост (см. таблицу № 2).

Таблица 2

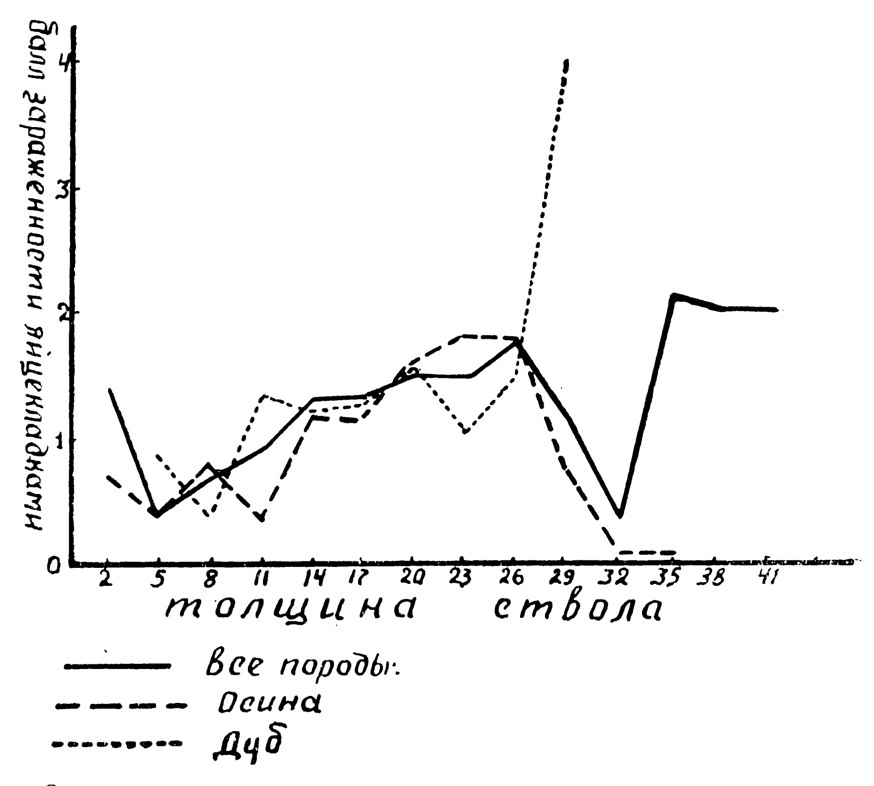
1.	Высота расположения яйцекладок в см.	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32
2.	Количество яйцекладок	10	34	63	27	35	36	16	12	6	4	4
1.	Высота расположения яйцекладок в см.	35	38	41	44	47	50	53	56			
2.	Количество яйцекладок	0	3	3	1	2	1	0	1			

Такое прохождение кривой распределения означает, что в пределах популяции непарного шелкопряда в Ульяновской области вполне возможно наличие нескольких экологических типов, имеющих тенденцию класть яички на разной высоте. Непарный шелкопряд вообще отличается способностью образовывать обилие всевозможных рас и, возможно, что на юго-западе, где зимы мягче, существует раса, откладывающая яички на значительной высоте (что отмечается в работе Шугурова — 1907), а на востоке, напротив, в силу континентальности климата шелкопряд кладет яички низко, что мы и имеем в условиях Ульяновской области.

б) Вопрос о наличии избирательности по толщине деревьев.

Для выяснения вопроса о том, на какие деревья чаще откладываются яички — на тонкие или на толстые, находим корреляцию между толщиной деревьев, на которых располагаются яйцекладки, и количеством (баллом) яйцекладок. Вычисление коэффициента корреляции показывает, что он везде совершенно не существенен: для осины $+0{,}164 \pm 0{,}060$, для дуба $+0{,}122 \pm 0{,}79$, для всех деревьев вместе $+ 0{,}184 \pm 0{,}044$. Следовательно, прямолинейная корреляция отсутствует, но отсутствие прямолинейной корреляции не означает, что нет зависимости

совсем, поэтому строим эмпирические линии регрессии для выяснения зависимости числа кладок от толщины деревьев (см. чертеж № 2).



Зависимость числа кладок непарного шелкопряда от толщины дерева (по породам).

Материал, конечно, не так велик, но ясно, что есть некоторое возвышение кривой до определенного предела, а затем неправильные колебания и возможно даже снижение. Последнее установить трудно, так как толстых деревьев в материале очень мало. Такое прохождение кривой регрессии очевидно, показывает предпочтение непарным шелкопрядом тонких деревьев. Если бы яички откладывались кое-как, то (так как поверхность толстых деревьев больше, чем тонких) возрастание было бы более сильным.

в) Вопрос о наличии избирательности по отношению к различным породам.

Вопрос о наличии избирательности непарного шелкопряда при откладке яиц по отношению к различным породам можно выяснить из таблицы № 1 (таблица разложения дисперсии). Располо-

жив наши данные по вариантам пород, мы не нашли никакого существенного различия. Это видно и из того, что порядок мест пород неустойчив: осина оказывается то на первом, то на втором месте, дуб — то на первом, то на третьем. Таким образом, в нашем материале нет никаких указаний на предпочтение непарным шелкопрядом при яйцекладке тех или иных пород.

г) Вопрос об ориентации яйцекладок непарного шелкопряда к странам света.

Для выяснения вопроса об ориентации яйцекладок непарного шелкопряда к странам света в таблице № 3 приводим кривые распределения яйцекладок по румбам для всех трех участков.

Таблица 3

Распределение яйцекладок непарного шелкопряда по отношению к странам света

Место исследования	Румбы							
	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ	В
Ульяновский лесхоз 1953 г.	9	13	16	21	30	27	14	17
То же 1954 г.	4	2	5	17	23	3	20	9
Карсунский лесхоз 1954 г.	3	2	2	9	14	3	7	1
Во всех участках	16	24	23	47	67	33	41	27

Материал данной таблицы ясно показывает, что наибольшее количество яйцекладок (по сравнению с другими румбами) приходится на юго-восток во всех трех пунктах наблюдения. Но так как отдельные яйцекладки встречаются по всем румбам, то может возникнуть вопрос: нет ли некоторого различия в вариантах по их ориентации (например, в Ульяновском лесхозе в 1953 г. на восток падает 27 яйцекладок, а в 1954 г. только 3)? Для разрешения этого вопроса приводим таблицу разложения дисперсии:

Таблица 4

Категория изменчивости	Число степеней свбоды	Сумма квадратов	Средний квадрат	Ф
Общая	277	1047,1	3,78	
Варианты	2	3,4	1,2	0,32
Ошибка	275	1044,7	3,8	

Теперь ясно видно, что различие между вариантами несущественное (Ф рано 0,32), и потому материал можно обрабатывать в целом. При обработке материала находим, что среднее

расположение яйцекладок для всех трех участков равно: юго-восток минус 0,12 румба, в сторону юга с рассеянием 1,94 румба (средне квадратичное отклонение) и средней ошибкой 0,116 румба.

Таким образом, хотя отдельные кладки непарного шелкопряда могут встречаться с любой стороны ствола дерева, но предпочтение юго-востоку для насаждений Ульяновской области может считаться доказанным.

Так обстоит дело с выяснением вопросов о месте откладки яиц самками непарного шелкопряда.

Перезимовка яичек непарного шелкопряда происходит в лесах Ульяновской области, как правило, довольно успешно. Зимой 1953—1954 г. температура опускалась до —38°, и все же примерно 68% яичек дали вполне жизнеспособное потомство.

Выход гусениц из яиц начинается здесь в апреле или в начале мая. Выйдя из яиц, гусеницы скопляются на поверхности яйцекладки и некоторое время сидят на ней, а затем поднимаются к крону дерева, где и приступают к питанию только что распускающимися почками. Хотя непарный шелкопряд и является ясно выраженным полифагом (зарегистрировано более 270 видов повреждаемых им растений, Кожанчиков — 1954), ему, как и всем полифагам, свойственна пищевая специализация, выражающаяся в наличии так назывемых излюбленных пород. Эти излюбленные породы, естественно, являются наиболее повреждаемыми, поэтому классификацию пород по степени их пригодности в пищу непарному шелкопряду можно проводить по степени их повреждаемости данным вредителем.

Подобная классификация для Ульяновской области (а разница «вкусов» непарного шелкопряда в разных местах его обитания вполне очевидна) выглядит следующим образом:

1. Сильно повреждаемые породы: дуб, яблоня.
2. Умеренно повреждаемые породы: осина, липа, тополь, ива, рябина, груша, терн, вишня, слива.
3. Слабо повреждаемые породы: осина, лещина, черемуха, клен, береза, калина.
4. Неповреждаемые породы: ясень, сирень, вяз, акация желтая.

Эта классификация составлена нами на основании четырехлетних наблюдений во время массовой вспышки непарного шелкопряда 1951—1955 г.г.

По мнению некоторых исследователей, имеется также сезонная изменчивость вкусов непарного шелкопряда. Так, Элельман (1954) указывает, что в смешанных насаждениях «гусеницы двух первых возрастов предпочитают дуб всем остальным породам», а «в четвертом возрасте происходит снижение численности их на дубе и увеличение ее на остальных породах. В пятом возрасте наблюдается заселение гусеницами непарного шелкопряда таких пород, как шиповник, лещина, бук, карагач, осина, на которых

в первых возрастах они не встречались». Такое поведение гусениц Элельман объясняет недостатком влаги в листьях дуба, то есть активным перемещением их с дуба на другие породы.

Сам факт уменьшения количества гусениц непарного шелкопряда четвертого возраста на дубе и возрастание его на других породах в насаждениях Ульяновской области тоже имеет место, но мы даем ему иное причинное толкование.

В литературе имеется немало указаний на то, что, начиная с третьего возраста, гусеницы непарного шелкопряда становятся менее разборчивы в пище (Руднев — 1952, Кожанчиков — 1949) и что они легче привыкают к питанию менее полноценными для них породами. Тем не менее, везде указывается, что дуб все-таки остается лучшей породой, поэтому вряд ли можно допустить, чтобы гусеницы сами покидали наиболее полноценную для них породу. На мой взгляд, более вероятно следующее объяснение. Давно известно, что гусеницы непарного шелкопряда очень «неэкономны» при питании и часто сами падают на землю вместе с кусочками листьев. С земли гусеницы вновь поднимаются в кроны деревьев, а так как в IV—V возрастах они менее разборчивы в пище, то и останавливаются на первой попавшейся породе, за исключением тех, которые не пригодны совсем.

Таким образом, согласно нашим наблюдениям, в смешанных лесах Ульяновской области непарный шелкопряд предпочитает дуб всем остальным породам во всех возрастах развития гусениц. Это предпочтение особенно сказывается с первых трех возрастах. Начиная с четвертого возраста, гусеницы могут питаться и другими породами, но при недостатке дубового корма или при случайном на них попадании.

Развитие гусениц в насаждениях Ульяновской области обычно заканчивается к концу июня, началу июля. Окукливается непарный шелкопряд поодиночке в рыхлых паутинистых коконах, как правило, в свернутых листьях и лишь изредка — в трещинах коры. Основная масса куколок располагается в нижней части крон деревьев.

В первой половине июля из куколок появляются взрослые бабочки. Самцы появляются раньше самок. В результате фенология непарного шелкопряда в насаждениях Ульяновской области выглядит так:

Таблица 5

Фенология непарного шелкопряда в лесах Ульяновской области

Фаза развития непарного шелкопряда	Год наблюдения	
	1953	1954
Гусеницы	**22 апреля**	**28 апреля**
Куколки	**12 июня**	**14 июня**
Имаго	**7 июля**	**10 июля**
Яйцекладки	**14 июля**	**12 июля**

Трудами многочисленных исследователей установлен целый ряд хищных и паразитических насекомых, уничтожающих непарного шелкопряда в различных стадиях его развития. Наиболее полный список паразитических насекомых для Евразии приводится у Shedl'a (1936). Не занимаясь этим вопросом специально, мы обнаружили следующие виды хищных и паразитических насекомых:

1. Calosoma sycophantha L.— уничтожает главным образом гусениц старших возрастов и куколок. По данным Шапиро (1954) уничтожает также и яички.

2. Xylodrepa quadripunctata Schreib.— уничтожает гусениц различных возрастов.

3. Dermestes erichsoni Gyll.

4. Dermestes lardaius F.

Оба эти вида уничтожают яйца.

Эффективность их действия в 1954 г. равнялась 9%.

5. Apanteles porthetriae Först. Паразитирует на гусеницах различных возрастов. В старых очагах имеет исключительно важное значение.

Массовых эпизоотий непарного шелкопряда в лесах Ульяновской области мы не наблюдали. По данным главного фитопатолога Ульяновского областного управления лесного хозяйства Пересиной Т. В. в пойменных насаждениях имеет место полиэдренная болезнь.

Для уничтожения непарного шелкопряда в лесах Ульяновской области применяются следующие меры борьбы: соскабливание и нефтевание яйцекладок, опыливание насаждений дустами ДДТ и ГХЦГ. Данными по эффективности этих мероприятий мы не располагаем.

2) Златогузка

По своей экономической значимости златогузка среди представителей листогрызущего комплекса занимает второе место. Массовые вспышки ее в лесах Ульяновской и смежных с ней областей отмечаются, хотя и часто, но все же значительно реже чем непарного шелкопряда.

По данным Кеппена (1883) в Пензенской губернии массовая вспышка златогузки отмечалась в 1867—1869 гг. Это первое упоминание о массовой вспышке златогузки в соседней с Ульяновской области. Сильное массовое размножение златогузки в пределах Ульяновской области было в 1912 г., когда была создана комиссия особого совещания при Симбирской губернской земельной управе для борьбы с ней [1].

Следующее сильное размножение златогузки было в 1921—1922 гг., когда она объела дубовый лес полосой, протяжением в 55 км. при ширине 0,5 км. (Римский-Корсаков 1949). По тем же

---

[1] Ульяновский гос. архив, ф. 50, д. № 14, лист 78.

данным в 1923 г. златогузкой были охвачены все дубовые леса от Хвалынска до Саратова.

В значительном количестве златогузка встречалась в 1926 г. (Пастухов и Петрова 1927 г.). И, наконец, массовая вспышка 1949—1954 гг.

Лёт златогузки начинается здесь примерно в середине июня и продолжается долго, даже в начале августа попадаются отдельные экземпляры самцов и самок. Летают бабочки в сумерки и ночью.

Обычно яйца откладываются сразу в одну кладку на нижнюю сторону листьев и в нижней части крон деревьев. Количество яиц в кладке колеблется; наибольшее число яиц, которое встречалось нам,— 364. Сверху кладка бывает покрыта золотисто-рыжими волосками, этими же волосками прослаиваются яички внутри кладок.

Первые гусеницы начинают появляться в первой половине августа. Выйдя из яйца, гусеницы поднимаются в вершины крон, где сразу же приступают к питанию, скелетируя листья. Осенью гусеницы линяют дважды и после второй линьки приступают к постройке зимних гнезд — мест своей зимовки. Интересно, что при постройке гнезд, объединяются коллективные усилия гусениц, вышедших из различных кладок.

В насаждениях Ульяновской области зимние гнезда златогузки располагаются только на дубе и иногда на розоцветных. Это объясняется тем, что бабочки откладывают яички только на дуб и розоцветные и отраждающиеся гусенички питаются осенью только этими породами. У молодых гусениц златогузки имеется большая разборчивость в пище, нежели у гусениц старших возрастов. Если молодые гусеницы во время своего осеннего питания поедают только листья дуба, яблони и некоторых других розоцветных, то весной они могут питаться уже и осиной, липой и некоторыми другими породами. Оценка пород по степени их повреждаемости златогузкой выглядит следующим образом:

1. Сильно повреждаемые породы: дуб, яблоня, груша.

2. Умеренно повреждаемые породы: осина, черемуха, рябина, терн, слива, калина, ивы.

3. Мало повреждаемые породы: береза, липа, сосна, лещина, тополь.

4. Неповреждаемые породы: клен, ясень, вяз, акация желтая, сирень.

По данным Сахарова (1947) молодые гусеницы златогузки отличаются слабой морозоустойчивостью и не переносят температур ниже —20°. Уже простое рассуждение показывает, что данное утверждение Сахарова неточно. В Ульяновской области не бывает зимы, когда температура не спускалась бы ниже — 30°, но златогузка здесь, как правило, хорошо переносит зимовку. Но наблюдения показывают, что морозоустойчивость зимующих гусениц златогузки не является постоянной и в иные годы

смертность их во время зимовки ничтожна, а в иные столь велика, что может послужить причиной прекращения массовой вспышки (Наумов, 1958).

Весной гусеницы появляются из гнёзд в первой декаде мая. Не расползаясь далеко от гнезда, гусеницы питаются сначала набухающими почками, а затем молодыми листьями. Следует отметить следующий интересный факт. Дубовые деревья, которые в предыдущем году сильно повреждались златогузкой и полностью теряли листву, весной следующего года очень запаздывают с распусканием почек. Выходящие из гнезд гусеницы златогузки, не находят себе достаточно пищи и переключаются на питание другими породами, что, конечно, неблагоприятно отражается на их жизнеспособности.



Фото 1. Летние гнезда златогуски.

В конце мая — начале июня начинается окукливание. Во всех спровочниках и руководствах по лесной и сельскохозяйственной энтомологии («Лесная энтомология» 1949, «Вредители и болезни полезащитных лесонасаждений» 1951, «Справочник агронома по защите растений» 1951 и др.) отмечается, что окукливание происходит в рыхлом паутинистом коконе среди листьев. Это верно, но здесь упускается такая важная особенность, что окукливаются гусеницы обычно группами по 5—6, а иногда по 50—60 куколок в своеобразном гнезде из листьев в рыхлой паутинистой тка-

ни. Эти гнезда, в отличие от зимних гнезд златогузки, мы назвали летними гнездами. Возможно, что такое образование летних гнезд является своеобразным способом защиты куколок от насекомоядных птиц. Дело в том, что на месте окукливания остаются шкурки гусениц златогузки покрытые ядовитыми волосками. И, несмотря на слабые покровы, такие гнезда совсем не трогаются птицами, хотя большее количество пищи в гнездах, должно, казалось бы, привлекать птиц.

Таким образом, фенология златогузки в лесах Ульяновской области выглядит так:

Таблица 6

Фенология златогузки в лесах Ульяновской области

Фаза развития златогузки	Год наблюдения		
	1952	1953	1954
Выход гусениц из зимних гнезд	27 апреля	27 апреля	3 мая
Куколки	4 июня	30 мая	5 июня
Имаго	26 июня	25 июня	25 июня
Откладка яичек	28 июня	25 июня	26 июня
Отрождение гусениц	7 августа	3 августа	11 августа
Закладка зимних гнезд	8 октября	8 октября	13 октября

Наиболее подходящими для заселения златогузкой местами являются небольшие островки дубового леса в степи. В таких местах она присутствует всегда и, очевидно, они служат первичными очагами массовых вспышек златогузки.

Из лесов златогузка мигрирует в сады, где также производит большие опустошения. В садах, расположенных близко к лесонасаждениям, борьба с ней очень затруднена, так как лес является тем резерватором из которого она постоянно мигрирует, пополняя убыль. В таких случаях и лесонасаждения и сады должны охватываться общей системой мероприятий по борьбе с златогузкой.

3. Кольчатый шелкопряд

Судя по литературным и архивным данным более чем за 60 лет, массовые вспышки кольчатого шелкопряда на территории теперешней Ульяновской области ранее не отмечались. Но скорее всего это вытекает из неполноты данных, и потому массовую вспышку данного вредителя в 1949—1952 гг. вряд ли можно считать исключением из общего правила.

К сожалению, мы приступили к исследованию за вредителями листогрызущего комплекса только в 1951 г., когда массовая вспышка кольчатого шелкопряда уже пошла на убыль, и потому не могли достаточно полно изучить его биологию.

Протекание массовой вспышки кольчатого шелкопряда в 1949—1952 гг. отличалось следующими особенностями:

а) Вспышкой были охвачены почти все дубовые насаждения области. Насаждения низкополнотные повреждались сильнее и теряли листву уже в первый период вегетации. Встречался кольчатый шелкопряд также в низкопойменных насаждениях, где приносил незначительный вред ивнякам. В садах области он в это время тоже был первостатейным вредителем.

б) Во всех дубовых насаждениях области, наряду к кольчатым, шелкопрядом, присутствовала и златогузка, которая затем заняла доминирующее положение.

В 1953 г. кольчатый шелкопряд и в лесонасаждениях области и в садах исчез совершенно. И только в 1954 г. были найдены гусеницы кольчатого шелкопряда в ивовых насаждениях поймы рек Волги и Свияги. В лесах же кольчатый шелкопряд отсутствует до сих пор. Почему же именно в пойменных насаждениях сохранился кольчатый шелкопряд? Ответить на данный вопрос трудно. Мартынов (1952) считает, что в лесах Приуралья прекращение массовой вспышки кольчатого шелкопряда связано с вымерзанием яйцекладок. Если согласится с этой точкой зрения, то возможно, что более толстый снеговой покров в ивовых насаждениях речных пойм предохранил кладки яиц от вымерзания. Но здесь сразу же возникает возражение: а разве в обычных лесонасаждениях нет участков с толстым снеговым покровом? Конечно, есть. Так что, очевидно, дело здесь не только в зимовке.

Как бы то ни было, но сам факт нахождения кольчатого шелкопряда в период между вспышками не в первичных очагах, а в местах, казалось бы, для него неблагоприятных, представляет значительный интерес, ибо вопрос о резервациях вредителя в междувспышковый период совершенно не разработан.

Оценка пород по степени их повреждения кольчатым шелкопрядом выглядит так:

1. Сильно повреждаемые породы: дуб, яблоня, груша.

2. Умеренно повреждаемые породы: липа, ивы, черемуха, береза, рябина, вишян, терн, слива, калина.

3. Слабо повреждаемые породы: сосна, осина, тополь, лещина, вяз.

4. Неповреждаемые породы: ясень, клен, акация желтая, сирень.

Таким образом, основными представителями листогрызущего комплекса в период массовой вспышки 1949—1955 гг. были: кольчатый шелкопряд, златогузка и непарный шелкопряд. Основной кормовой породой для всех этих вредителей является дуб. И возникает вопрос: каково количественное соотношение этих вредителей в комплексе, оставалось ли она постоянным в период вспышки или подвергалось изменениям? Ответ на него и составит вторую часть данной работы.

Таблица № 7

Заражённость лесов Ульяновской области листогрызущими вредителями в 1949-1954 гг в гектарах

Годы	1949			1950			1951			1952			1953			1954		
Лесхозы области	Н.Ш.	К.Ш.	Зл.	Н.Ш.	К.Ш.	Зл.	Н.Ш.	К.Ш.	Зл.	Н.Ш.	К.Ш.	Зл.	Н.Ш.	К.Ш.	Зл.	Н.Ш.	К.Ш.	Зл.
Б-Сызганский	0	0	0	0	0	0	0	785	0	0	265	0	0	172	0	607	0	0
Барышский	0	0	0	0	0	0	0	310	0	0	0	5317	0	0	4293	4040	0	0
Вешкаймский	0	0	0	0	0	0	25	0	0	30	2298	60	1240	265	120	1057	0	557
Жадовский	0	0	0	0	0	0	0	1698	0	373	1732	1216	0	0	0	2843	0	0
Инзенский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	320	0	0	0	0	0	0
Карсунский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5167	0	0	2339	0	0	2099
Кузоватовский	0	0	0	0	207	0	9403	2172	2391	0	0	8274	0	0	7178	255	0	4203
Майнский	0	0	0	0	0	0	2096	0	0	0	0	23549	0	0	23549	4257	0	13305
Мелекесский	8	0	27	0	0	235	20	0	1888	0	1344	2876	6020	224	2329	19814	0	0
Николаевский	0	0	0	0	3837	0	0	3967	0	0	3984	0	0	0	0	200	0	0
Н-Спасский	0	0	0	12888	10800	1499	12500	15500	4500	12317	12896	6387	15661	0	6150	1200	0	2953
П-Кулаткинский	0	3525	0	35832	0	0	30730	0	0	0	0	878	849	0	417	662	0	425
Сенгилеевский	0	0	0	0	0	3730	12003	0	3634	4940	0	9270	3621	0	6797	6838	0	7540
Славкинский	0	0	0	795	0	0	4795	0	0	1254	0	0	1445	0	60	505	0	60
С-Майнский	0	0	0	0	367	0	0	0	0	25	286	0	34	55	0	0	0	0
Сурский	120	0	0	0	0	1597	0	0	884	0	981	10962	0	981	10962	70	0	6498
Тереньгульский	0	0	0	0	0	0	2937	0	0	5478	0	6530	4678	0	6330	6153	0	6981
Ульяновский	0	0	712	0	0	5133	0	0	10498	0	0	10498	0	0	11958	3936	0	363
Черемшанский	0	0	0	0	571	0	0	1201	0	0	282	462	0	0	282	246	0	0
Итого по области	128	3525	739	49515	15782	12194	7449	25633	23795	24417	24203	1765	33548	1697	82764	52683	0	46984

Н.Ш. - непарный шелкопряд; К.Ш. - кольчатый шелкопряд; Зл. - златогузка.

II. Динамика листогрызущего комплекса во время массовой вспышки 1949—1955 гг.

Массовая вспышка листогрызущих вредителей в лесонасаждениях Ульяновской области началась в 1949 г., но мы приступили к наблюдениям только в 1951 г. и потому наиболее важный момент — начало вспышки — прошел вне нашего наблюдения. Данные Ульяновского областного управления лесного хозяйства, приведенные в таблице № 7, дают только примерную картину, так как методика учета площадей повреждения была не совсем правильной. Учет площадей повреждения производился по доминирующему вредителю, то есть, если основную массу среди общего комплекса вредителей занимала, допустим, златогузка, а кольчатый и непарный шелкопряды составляли лишь незначительную примесь, то вся площадь повреждения приписывалась златогузке, а непарный и кольчатый шелкопряды учету не подлежали. Кроме того, таблица грешит прямыми неточностями. Так, судя по таблице, массовая вспышка листогрызущих вредителей в Ульяновском лесхозе началась с доминированием златогузки, тогда как еще в 1951 г. в некоторых местах доминировал кольчатый шелкопряд.

В 1951 г. дубовые насаждения Ульяновского лесхоза повреждались очень сильно. Уже в начале лета деревья были объедены полностью и имели совершенно зимний вид. Гусеницы, не находя себе пищи на деревьях, сваливались на землю и здесь их было так много, что невозможно было косить сачком — за несколько взмахов в нем собиралась «каша» из гусениц. По составу этой «каши» можно было достаточно надежно определить состав листогрызущего комплекса.

Таблица 8

Состав листогрызущего комплекса вредителей лесонасаждений Ульяновского лесхоза в 1951 г.

№№ серий укосов сачком	Количество гусениц в сачке				
	непарный шелкопряд	кольчатый шелкопряд	златогузка	прочие виды	Всего
1	0	18	24	4	46
2	2	22	27	8	59
3	0	15	63	9	87
4	0	27	41	1	69
5	3	27	36	6	72
6	0	0	8	3	11
7	2	10	10	5	27
8	1	30	44	9	84
9	4	19	32	12	67
10	0	14	9	1	24
11	3	22	27	7	59
Итого	15	204	321	65	605

Из таблицы № 8 видно, что в начале лета 1951 года в насаждениях Ульяновского лесхоза доминирующим вредителем из листогрызущего комплекса была златогузка — 53,5%, затем по численности шел кольчатый шелкопряд — 33,75% и, наконец, непарный шелкопряд — 2,5%. Что касается «прочих видов», то они представляли собой различных гусениц, относящихся к травоядным видам.

Осенью 1951 г. при входе в насаждения прежде всего бросалось в глаза обилие зимних гнезд златогузки. На дубовых молодняках по опушкам, на высоких, хорошо прогреваемых местах количество их доходило до 60—65 штук на дерево. Но зато, по сравнению с весной, резко уменьшилось количество кладок кольчатого шелкопряда, и если весной деревца с 20—25 кладками представляли собой обычное явление, то теперь деревца с 5—6 кладками представляли большую редкость.

Весной 1952 г. насаждения Ульяновского лесхоза повреждались листогрызущими вредителями тоже весьма сильно. Лес в начале лета, как и в 1951 г., имел зимний вид и потому очень много гусениц было на травяном покрове. Поэтому состав листогрызущего комплекса можно было изучать по прежней методике.

Таблица 9

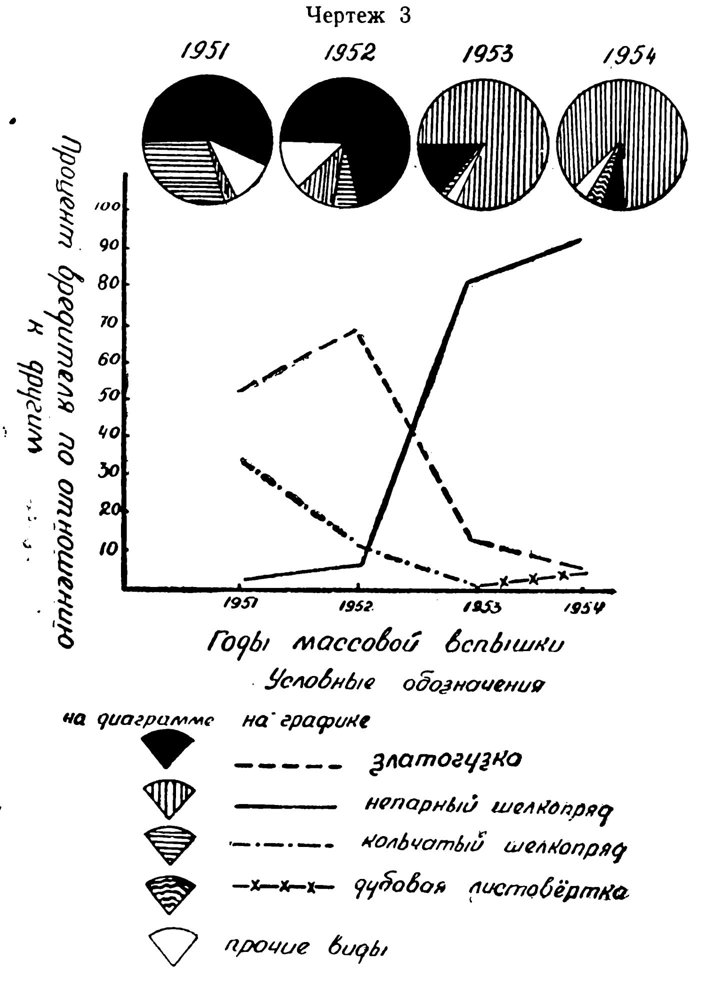
Состав листогрызущего комплекса вредителей лесонасаждений Ульяновского лесхоза в 1952 г.

№№ серий укосов сачком	Количество гусениц в сачке				
	всего	непарный шелкопряд	кольчатый шелкопряд	златогузка	прочие виды
1	16	2	0	11	3
2	9	0	0	8	1
3	22	2	1	19	0
4	40	1	0	34	5
5	8	0	2	4	2
6	8	0	3	3	2
7	37	4	0	26	7
8	52	0	0	45	7
9	37	6	2	27	2
10	19	3	4	9	3
11	8	0	5	3	0
12	8	1	1	4	2
13	42	9	0	27	6
14	48	17	2	24	5
15	14	0	4	7	3
Итого в %%	368 100%	45 12,2%	24 6,5%	251 68,3%	48 13%

Из таблицы № 9 видно, что общее количество вредителей в 1952 г. сократилось, и что состав листогрызущего комплекса изменился. Доминирующим вредителем в 1952 г. продолжала оста-

ваться златогузка, количество ее по отношению к другим вредителям даже возросло, но зато резко сократилось количество кольчатого шелкопряда. Количество непарного шелкопряда увеличилось (в процентном отношении к другим видам) почти в 10 раз.

Чертеж 3



Изменение состава листогрызущего комплекса вредителей в насаждениях Ульяновского лесхоза в 1951—1954 гг.

Весной 1953 г. насаждения Ульяновского лесхоза повреждались значительно слабее и потому прежняя методика учета состава листогрызущего комплекса теперь стала невозможной — на травяном покрове гусеницы почти не встречались. Поэтому мы прибегнули к стряхиванию гусениц в зонт. Стряхивание произво-

дилось следующим образом: под разные участки кроны дерева подводился зонт и по сучьям ударяли шестом. Недостатком этой методики является то, что здесь может сказаться неравномерность распределения различных видов по различным деревьям. Поэтому мы просто произвели массовый сбор гусениц листогрызущего комплекса с деревьев, растущих в различных местах насаждений, а затем уже распределили их по видовому составу. Со ста дубовых деревьев было собрано 1.341 гусеница. Среди них 1.114 гусениц, т. е. 82%, приходилось на долю непарного шелкопряда, 205, т. е. 15% — на златогузки и всего 4 гусеницы на долю кольчатого шелкопряда. Кроме того, было найдено 12 гусениц дубовой листовертки.

Весной 1954 г. насаждения Ульяновского лесхоза стояли почти нетронутыми и только на одиночно стоящих деревьях и по опушкам можно было заметить следы повреждений. Теперь состав листогрызущего комплекса оказался следующим: из 838 гусениц, собранных со ста дубовых деревьев, 759, т. е. 93%, приходилось на долю непарного шелкопряда, 33, т. е. 4,4%,— на долю златогузки.

Очень наглядное представление о динамике состава листогрызущего комплекса в насаждениях Ульяновского лесхоза по годам дает чертеж № 3. Глядя на этот график, можно сделать такие выводы:

1. Среди различных представителей листогрызущего комплекса, участвующих в вспышке массового размножения, один всегда занимает доминирующее положение.

2. В течение массовой вспышки один доминирующий вредитель заменялся другим, а затем третьим, что создает картину эстафеты вредителей.

Чугунин (1951), работая в лесонасаждениях Крыма, пришел к выводу о сопряженности массовых вспышек листогрызущих насекомых, и его представление о динамике массовых вспышек отличаются от нашего. Динамику массовых вспышек вредителей листогрызущего комплекса Чугунин представляет следующим образом. В начале вспышки каждый из видов, входящих в листогрызущий комплекс, имеет свои первичные очаги. При расширении или перемещении этих очагов они могут вторгаться друг в друга. Там, где прошла вспышка размножения одного из листогрызущих насекомых, другой не в состоянии дать массового нарастания численности.

Выше мы показали, как протекала массовая вспышка листогрызущего комплекса на территории Ульяновского лесхоза. Таблица № 7 показывает, что замещение одного доминирующего вредителя другим имело место и в других лесхозах области. Но тут может возникнуть возражение: таблица составлена по лесхозам, каждый из которых включает в себя территории в несколько десятков тысяч гектаров и, может быть, мы имеем здесь не замещение одного вредителя другим, а просто включение

в вспышку новых территорий с новыми вредителями. Чтобы такое возражение не возникло, мы использовали данные поквартальных учетов. В таблице № 10 приведены данные осеннего учета массивов леса Барышского лесхоза, взятые нами из отчета межрайонного лесопатолога Н. Строганова Ульяновскому областному управлению лесного хозяйства. Учет проводился путем рубки модельных деревьев от 2-х до 4-х на квартал.

Анализируя приведенный в таблице № 10 материал, можно сделать следующие выводы:

1. Во всех 40 случаях наблюдается падение кольчатого шелкопряда и притом весьма сильное. Так, в 1951 г. не было кварталов без кладок кольчатого шелкопряда (минимум было 1,5, максимум — 29 кладок на одно дерево), а в 1952 г. в 38 кварталах кладки кольчатого шелкопряда не обнаружены совсем и только в двух найдено 1,2 и 2,4 кладки на дерево.

2. В отношении же златогузки, напротив, в 38 случаях из 40 мы имеем повышение зараженности и только в двух равенство. Понижения не обнаружено ни разу. Причем в 1951 г. было четыре случая полного отсутствия зимних гнезд златогузки, а в 1952 году таких случаев не было.

Таким образом, данный материал еще раз подтверждает вывод о том, что в месте, где прошла массовая вспышка одного листогрызущего вредителя, возможно массовое размножение другого.

Подобная же картина наблюдается и в насаждениях соседней с Ульяновской Куйбышевской области. Так, просматривая сводные отчеты Куйбышевского областного управления лесного хозяйства, мы могли убедиться, что если они в 1949—1950 гг. нацеливают в основном на борьбу с кольчатым шелкопрядом, то уже в 1951—1952 гг. основное внимание уделяется непарному шелкопряду и златогузке. Для доказательства приводим таблицу № 11, отражающую динамику очагов листогрызущих вредителей по Куйбышевскому управлению лесного хозяйства.

Мартынов (1952) подобную же картину смены одного доминирующего вредителя другим наблюдал в лесах Приуралья в 1949—1951 гг.

На основании всего приведенного выше материала мы можем утверждать, что закономерности в динамике листогрызущего комплекса, выявленные Чугуниным в лесах Крыма, для лесонасаждений Среднего Поволжья неприемлемы.

III. Значение листогрызущего комплекса вредителей в лесах Ульяновской области.

В связи с тем, что в насаждениях Ульяновской области наблюдается как бы эстафета листогрызущих вредителей, продолжительности массовой вспышки может быть довольно-таки большой. Так, последняя массовая вспышка листогрызущих

Таблица № 10

Результаты обследования насаждений Барышского лесхоза, зараженных листогрызущими вредителями

1. Измайловское лесничество

№№ кварталов	Площадь кварт. в га	1951 год: колич. кладок кольч. шелкоп. в ср. на дерево	1951 год: колич. гнезд златогузки	1952 год: колич. кладок кольчатого шелкопряда	1952 год: количество гнезд златогузки
49	69	3,5	1	0	3
73	117	8,3	1,3	0	1,7
75	119	10,6	0,3	0	0,7
76	116	9	5	1,2	7
93	140	27,5	2,5	2,4	9
95	109	6	0	0	2
96	116	8	1,5	0	4
101	78	13	1	0	4
106	54	1,5	0	0	3,5
107	51	29	0,5	0	4,5
108	133	12	0,5	0	4,5

2. Каллинское лесничество

№№ кварталов	Площадь кварт. в га	1951 год: колич. кладок кольч. шелкоп. в ср. на дерево	1951 год: колич. гнезд златогузки	1952 год: колич. кладок кольчатого шелкопряда	1952 год: количество гнезд златогузки
24	112	5,5	2,5	0	4,5
29	109	7,3	3	0	4
33	110	8	2	0	2
34	111	4,5	1	0	1,5
39	108	6,3	2,3	0	2,6
40	88	7	0	0	6
63	156	8,3	7,6	0	17,6
64	112	10	3,5	0	27,5
65	96	13	2	0	32
67	87	8	1	0	22
68	96	9	2	0	23
70	83	14	1,5	0	22,6

3. Акшуатское лесничество

№№ кварталов	Площадь кварт. в га	1951 год: колич. кладок кольч. шелкоп. в ср. на дерево	1951 год: колич. гнезд златогузки	1952 год: колич. кладок кольчатого шелкопряда	1952 год: количество гнезд златогузки
6	111	8	0,5	0	2,5
7	121	3,5	1,5	0	4
12	110	5	0	0	1,5
16	105	6,3	1,6	0	6
20	110	5	1	0	12
25	71	9	2	0	8
31	110	5,5	2	0	3,5
33	109	13	1,5	0	3,5
50	95	10	4	0	3,5
52	111	8	3,5	0	4,5
59	131	9,5	0,5	0	2,5
61	134	5,3	1,6	0	6
63	92	11,6	6,6	0	6,6
66	148	10,5	0,5	0	14
75	92	12,5	2,5	0	12
81	66	11	2	0	2
83	93	7	2	0	7,5

Таблица № 11

Динамика очагов листогрызущих вредителей по насаждениям Куйбышевского областного управления лесного хозяйства

Вредитель	Площадь очагов в тысячах га на 1 января				
	1949 г.	1950 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.
Кольчатый шелкопряд . .	0,067	89,172	29,138	единично	
Златогузка	0,06	0,94	4,364	98,162	106,220
Непарный шелкопряд . . .	0	0,010	54,543	17,741	28,082

вредителей в насаждениях Ульяновского лесхоза продолжалась семь лет (1949—1955 гг.). Такая длительность массовой вспышки, естественно, увеличивает ее вредоносность, так как после многократного объедания листвы деревьев наступает значительное ослабление физиологического состояния древостоя. Стратонович и Заборовский (1930) указывают, что потеря или даже значительное уменьшение листвы молодых дубков приводит к физиологическому ослаблению их, а иногда к гибели.

Вредоносность листогрызущих насекомых особенно возрастает и может привести насаждения к гибели в периоды, неблагоприятные для насаждений в климатическом отношении. Ослабленные насаждения значительно хуже переносят как засухи, так и сильные морозы. Кроме того, на физиологически ослабленных деревьях поселяется целый комплекс стволовых вредителей (златок, короедов и усачей), а также мучнистая роса дуба.

Вредное лесохозяйственное значение златок и усачей до сих пор недооценивается, тогда как окончательное ослабление и усыхание культур вызывается именно этими вредителями. Здесь можно привести данные по насаждениям Куйбышевской области.

В Бинарском лесничестве, Ново-Буянского лесхоза, в 1937—1939 гг. была сильная вспышка размножения вредителей листогрызущего комплекса. Доминирующее положение в комплексе занимала сначала златогузка, а затем непарный шелкопряд. После вспышки в насаждениях встречались целые массивы усыхающего дубового леса, особенно по опушкам, южным, юго-восточным и восточным склонам. При лесопатологическом обследовании этих насаждений в 1940 г. было обнаружено много стволовых вредителей, в том числе следующие виды:

1. Зеленая узкотелая златка.
2. Дубовая двунятнистая златка.
3. Дубовая двуполосатая златка.
4. Дубовая узкая златка.
5. Дубовый пестрый усач
6. Осиновый серый усач
7. Дубовый заболонник.
8. Лестничный древесинник
9. Вишневый усач.

Что же касается мучнистой росы, то ею в условиях Ульяновской области повреждаются только дубовые молодняки. Это объясняется биологическими особенностями данного гриба. Мучнистая роса дуба поражает только молодые растущие листья, причем развитие гриба начинается при среднесуточной температуре воздуха +16°.

Такие температуры наступают здесь примерно в середине июля, т. е. когда кроны спелых и приспевающих деревьев уже сформированы и молодых, поддающихся заражению мучнистой росой, листьев в них уже нет. Иная картина получается при повреждении деревьев гусеницами листогрызущего комплекса вредителей. В этом случае дубовые деревья летом иногда покрываются листвой вторично, и тогда наличие молодых листьев на взрослых деревьях и высокие среднесуточные температуры способствуют заражению взрослых дубовых древостоев мучнистой росой. К тому же гусеницы способствуют распространению спор этой болезни.

Взрослые дубы, пораженные мучнистой росой, мы наблюдали в 1952 году в насаждениях Б.-Ключищинского лесничества, Ульяновского лесхоза (недалеко от ст. Охотничья), когда дубы были почти все поражены и стояли белые, словно посыпанные мукой.

В итоге получается цепь связанных между собой явлений, отрицательно влияющих на физиологическое состояние древостоя. Засушливый период создает благоприятные условия для массового размножения листогрызущих насекомых. Последние создают благоприятные условия для развития мучнистой росы. Физиологическое ослабление древостоя ведет к размножению вторичных вредителей, которые, в свою очередь, могут привести насаждения к окончательной гибели. А если гибель и не происходит, то это сказывается на снижение годового прироста.

Процесс усыхания дубовых насаждений проходит несколько стадий. Первым признаком начала ослабления деревьев служит появление в верхней части крон сухих и усыхающих веток, а также водяных побегов на стволах. Следующей стадией является суховершинность, при которой только наличие волчков в нижней части ствола (иногда водяных побегов по всему стволу) свидетельствуют о неполной потере жизнеспособности. Наконец, наступает полная потеря последней, и живые насаждения превращаются в сухостой.

Лесоустройством 1946—1947 гг. в Ульяновском лесхозе было зарегистрировано 126 га усохшего дубового леса. Не прошла без последствий и массовая вспышка листогрызущих вредителей 1949—1955 гг. Так, в том же Ульяновском лесхозе имеются довольно значительные участки леса, находящегося в той или иной стадии усыхания.

Таким образом, массовые вспышки листогрызущих вредителей приносят значительный ущерб лесному хозяйству Ульянов-

ской области, который выражается или в снижении годового прироста, или в непосредственном усыхании насаждений.

Выводы:

1. В 1949—1955 гг. в лесах Ульяновской области протекала массовая вспышка размножения листогрызущих вредителей. В 1952 г. вспышкой было охвачено 140.385 га лесонасаждений, в 1953 г.— 117.991 га и в 1954 г.— 99.667 га. Поражение было столь сильным, что в течение двух, а в некоторых местах даже трех лет леса оголялись вредителями совершенно. Особенно сильно повреждались чистые дубовые насаждения.

Основными вредителями в данной массовой вспышке были: кольчатый шелкопряд, златогузка и непарный шелкопряд. Исходя из сходства в кормовых породах данных вредителей, и одинакового характера повреждений, мы объединили их в листогрызущий комплекс.

2. По экономической значимости среди этих трех представителей листогрызущего комплекса первое место занимает непарный шелкопряд, что объясняется его особенной многоядностью, крайней прожорливостью и замечательным способом распространения. В насаждениях Ульяновской области по литературным и архивным данным известно шесть сильных вспышек массового размножения этого вредителя: в 1879—1881 гг., в 1899—1902 гг., в 1910—1914 гг., в 1930—1934 гг., в 1939—1944 гг. и в 1951—1955 гг.

3. В различных исследованиях по биологии непарного шелкопряда имеются разногласия по следующим вопросам:

а) оказывает ли самка непарного шелкопряда при откладке яиц предпочтение каким-либо породам, или откладывает их в равной степени на все породы?

б) то же по толщине деревьев:

в) имеется ли какая закономерность в ориентации яйцекладок по отношению к странам света?

г) на какой высоте располагаются яйцекладки на дереве?

На основании анализа собранного нами материала мы пришли к следующим выводам:

а) никаких указаний на предпочтение самками непарного шелкопряда при яйцекладке тех или иных пород в нашем материале не имеется:

б) связи между толщиной деревьев и количеством расположенных на них яйцекладок непарного шелкопряда не найдено.

Коэффициенты корреляции для всех пород совершенно несущественны — для осины: $+0{,}164 \pm 0{,}060$, для дуба: $\pm 0{,}122 \pm 0{,}079$, для всех пород вместе: $+0{,}184 \pm 0{,}044$;

в) яйцекладки могут встречаться в любом направлении, хотя имеется явное предпочтение юго-востоку. Среднее расположение

яйцекладок — юго-восток минус 0,12 румба с рассеянием (среднее квадратичное отклонение) 1,94 румба и средней ошибкой 0,116 румба;

г) имеется прямая зависимость высоты расположения яйцекладок на стволе от их количества. Коэффициент корреляции равен + 0,631. Эмпирическая линия регрессии близка к прямой, а коэффициент регрессии равен 4,28. Это значит, что на каждый балл зараженности высота расположения яйцекладок повышается на 4,28 сантиметра.

4. Златогузка — второй по значимости вредитель среди листогрызущего комплекса. В насаждениях Ульяновской области известны три массовые вспышки златогузки: в 1867—69 гг., в 1921—22 гг., и в 1949—1954 гг. Кроме того, в значительном количестве отмечалась златогузка в 1912 г. (главным образом, в садах) и в 1926 г.

5. Массовые вспышки кольчатого шелкопряда в насаждениях Ульяновской области ранее неизвестны. В период между вспышками количество кольчатого шелкопряда в лесах очень резко снизилось. Небольшое количество яйцекладок и гусениц мы регулярно находили в ивовых пойменных насаждениях рек Волги и Свияги — возможно, что эти места и являются теми резерваторами, из которых начинается заселение садов и лесов данным вредителем.

6. Все представители листогрызущего комплекса предпочитают при питании дуб всем остальным породам (в садах яблоню) и совершенно не трогают ясень, сирень и желтую акацию. Употребление в пищу других пород зависит от наличия в насаждениях дубового корма.

7. Состав листогрызущего комплекса на протяжении всего периода массовой вспышки не оставался постоянным. Здесь мы отмечаем следующие особенности:

а) среди различных представителей листогрызущего комплекса один, обычно, занимает доминирующее положение;

б) в течение массовой вспышки один доминирующий вредитель сменялся другим, а затем третьим, что создавало картину эстафеты вредителей. Так, в 1949—1950 гг. доминирующим вредителем был кольчатый шелкопряд, в 1951—1952 гг.— златогузка и в 1953—1955 гг.— непарный шелкопряд.

8. В результате такой «эстафеты» возрастает продолжительность массовой вспышки и, значит, увеличивается ее вредоносность. Эта вредоносность сказывается в снижении прироста и в частичном усыхании дубрав. Кроме того, в дубравах, после массовой вспышки листогрызущих вредителей появляется целый комплекс стволовых вредителей — златок и усачей, а также увеличивается вредное значение мучнистой росы дуба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверкиев И. С. Изучение непарного шелкопряда в лесах Среднего Поволжья. Лесное хоз. № 11, 1939.

2. Гусев В. И. Непарный шелкопряд. Первичные вредители лесов. Прогноз ожидаемого развития главнейших вредителей и болезней с/х культур и леса в 1935 г. Л., 1935.

3. Ильинский А. И. Надзор за хвое- и листогрызущими вредителями в лесах и прогноз их массовых размножений. М — Л, 1952.

4. Кожанчиков И. В. Значение сезонных изменений листьев кормовых растений в развитии непарного шелкопряда. Докл. АН СССР, 1949, в. 6.

5. Кеппен Ф. Вредные насекомые. СПб, 1883.

6. Кулагин Н. И. Непарный шелкопряд. М., 1896.

7. Напалков И. В. Плодоношение дуба в Среднем Поволжье. Лес и степь № 8, 1951.

8. Наумов Р. В. Влияние климатических факторов на протекание массовых вспышек листогрызущих вредителей леса в Ульяновской области: Ученые записки УГПИ, вып. 12, 1958.

9. Пастухов Б. А. и Петрова В. П. Список вредителей и болезней с/х в Ульяновской губернии, выявленных в 1926—27 гг. Ульяновск, 1927.

10. Римский-Корсаков (редактор) Лесная энтомология, Л., 1949.

11. Руднев Д. Ф. Вплив якости корму на плидность непарного шовкопряда. Наукови праци института ентомологии та фитопатологии, Киев, 1952.

12. Сахаров Н. Л. Вредные насекомые Нижнего Поволжья, Саратов, 1947.

13. Соболев А. История массового размножения непарного шелкопряда в Тульской губернии в 1892—1896 гг. СПб, 1897.

14. Стратонович и Заборовский. Причины усыхания Шипова леса. Л., 1930.

15. Шапиро В. А. Энтомофаги непарного шелкопряда и их значение в лесонасаждениях Савальского лесничества Воронежской области. Тр. ВИЗРа, 1954, в. 6.

16. Шугуров Я. Этюды по экологии непарного шелкопряда в русских лесах. Лесн. журнал, 1907, № 37.

17. Чугунин Я. В. Сопряженность массового появления гусениц листогрызущего комплекса. Зоологич. журн., т. XXX, в. 1, 1951.

18. Эдельман Н. М. Поведение гусениц непарного шелкопряда в смешанных насаждениях в условиях Кубинского района, Азербайджанской ССР. Тр. ВИЗРа, 1954 г., в. 6.

19. Мартынов Е. Д. Особенности фауны чешуекрылых южного Приуралья. Тр. зоологич. ин-та, т. 11, 1952.

Р. В. НАУМОВ

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОТЕКАНИЕ МАССОВЫХ ВСПЫШЕК ЛИСТОГРЫЗУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСА В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Листогрызущие вредители леса имеют в условиях Ульяновской области очень большое значение (Наумов Р. В. 1958), и потому выяснение факторов, способствующих возрастанию численности и, наоборот, ограничивающих численность этих вредителей, представляет значительный интерес.

Климатические факторы в той или иной степени влияют на жизненные процессы всех животных, но особенно велико это влияние на животных пойкилотермных, то есть не имеющих постоянной температуры тела.

Известно, что количество популяции определяется плодовитостью входящих в нее индивидуумов и степенью выживаемости их по томства. Климатические факторы влияют и на плодовитость, и на выживаемость и потому исследователи, выясняющие причины массовых вспышек насекомых, всегда обращали на них свое внимание. Попытка систематизации работ данного направления приводится в сводке Иванова С. П., Левитта М. М. и Емчука (1938). Данные авторы намечают следующие основные направления:

1. Изучение роли климатических факторов в ограничении ареалов и стаций распространения животных, главным образом вредных.

2. Изучение влияния различных климатических факторов (тепла, влажности, испарения и т. д.) и их комбинаций на ход биологических процессов.

3. Изучение смертности (редукции) при различных погодных условиях. Здесь, в свою очередь, намечаются две линии исследований.

Во-первых, влияние крайних колебаний климата, или отдельных климатических факторов на размер редукции. Напри-

мер, вымерзание при сильных морозах, и при неожиданных похолоданиях, гибель при засухе, при паводках и т. д. В большинстве таких случаев гибель животных носит массовый, нередко катастрофический характер.

Во-вторых, исследования по размерам смертности при небольших колебаниях климатических факторов. Здесь гибель животных не бывает одновременной и массовой, вымирание продолжается на протяжении всего развития популяции.

4. Изучение динамики популяции в разных условиях температуры и влажности.

5. Исследования по влиянию отдельных климатических факторов и их комбинаций на плодовитость животных (репродукцию).

6. Исследования, посвященные установлению периодичности массовых вспышек размножения животных в связи с периодическими колебаниями климатических факторов.

Предлагаемая работа имеет отношение только к первому, третьему и шестому пунктам данной схемы. Поэтому, не останавливаясь на критическом разборе всей литературы по влиянию климатических факторов, мы рассмотрим только ту, которая имеет непосредственное отношение к нашей работе.

Влияние климатических факторов (света и ветра) на распределение в насаждениях вредителей листогрызущего комплекса

Ветер в жизни насекомых — представителей листогрызущего комплекса — играет двоякую роль: во-первых, роль переносчика гусениц младших возрастов (для некоторых видов) из одних насаждений в другие и внутри насаждений; во-вторых, роль физиологическую. Если о факте разноса ветром гусеничек непарного шелкопряда давно известно, то физиологическое значение ветра, как иссушающего фактора, до последнего времени оставалось вне внимания исследователей.

Пархоменко (1933), на основании своих работ в Крыму, пришел к выводу, что ветер может иметь определенное значение в распределении непарного шелкопряда в насаждениях, но решающее значение он оставил за другими факторами — пищевыми, температурными и влажности. В 1936 г. он вновь подкрепляет тот же вывод, указывая, что в период между двумя массовыми вспышками, резервации непарного шелкопряда находятся в самых сухих типах леса, а во время массовых размножений оптимум экологических условий (главным образом микроклиматических) переходит в более влажные типы леса с большим количеством кормовых древесных пород. Ветер же играет только транспортную роль.

Пятницкий (1935), изучающий причины, способствующие и ограничивающие массовые вспышки непарного шелкопряда в

лесах Крыма, в качестве одного из благоприятных факторов отмечает сильную летучесть гусениц непарного шелкопряда. Но основным фактором, определяющим характер распределения данного вредителя в насаждениях, он считает «сухолюбивую биоэкологическую природу непарного шелкопряда». Поэтому непарный шелкопряд и концентрируется на кустарниках и низкобонитетных лесах, расположенных в низинах и на южных склонах, то есть в местах с более высокой температурой и пониженной влажностью воздуха. На северных же склонах холоднее и влажнее, и потому зараженность непарным шелкопрядом там никогда не бывает высокой.

Таким образом, и Пархоменко и Пятницкий оставляли за ветром только транспортную роль, отнюдь не придавая ему основного значения в формировании стаций непарного шелкопряда.

Иных взглядов придерживается Чугунин (1949), тоже работавший в лесах Крыма. Суть взглядов Чугунина в следующем:

Ввиду громадной аэрофорности молодых (первого возраста) гусениц непарного шелкопряда, вся масса их по выходе из яиц находится в движении до момента второй линьки. Роза ветров, слагающаяся в условиях того или иного года в лесах, играет громадную роль в распространении непарного шелкопряда по лесным массивам. При этом, так как горные вершины и перевалы наиболее сильно обдуваются ветрами, они как правило бывают чрезвычайно слабо заселены непарным шелкопрядом; в низинах же и на обратных склонах всегда затишье и завихрения, а потому там оседает наибольшая масса гусениц. Поскольку же в Крыму в весеннее время господствующим ветром является северовосточный, то наибольшая масса гусениц оседает на юго-западном и юго-восточном склонах. Если в этих местах отсутствуют неблагоприятные биотические факторы, то здесь возникают новые очаги.

Таким образом, вопрос о роли ветра в отношении Крыма является дисскуссионным. Пятницкий и Пархоменко оставляют за ветром только транспортную роль, Чугунин же считает ветер фактором формирующим новые очаги.

В условиях Ульяновской области, где нет резких впадин и возвышенностей, ветер играет только транспортную роль. Неравномерность заражения насаждений непарным шелопрядом определяется здесь искючительно пищевыми и микроклиматическими факторами.

Последняя вспышка непарного шелкопряда началась в Ульяновской области в 1951 г. Летом этого года встречались единичные экземпляры гусениц, осенью — яйцекладок. Встречались они в дубовых, осветленных до полноты 0,3—0,4 и хорошо прогреваемых насаждениях.

В 1953 г. непарный шелкопряд встречался почти повсюду, но

наибольшая масса его яйцекладок отмечается в чисто дубовых насаждениях. Кроме того, количество яйцекладок еще не является показателем степени повреждаемости насаждений, ибо, как показатели наши исследования (Наумов Р. В. 1958), непарный шелкопряд, не оказывая предпочтения отдельным породам при яйцекладке, при питании оказывет явное предпочтение дубу. Вот почему в 1954 г. непарным шелкопрядом, хотя и несильно, но были поражены все дубовые насаждения области независимо от места их произрастания.

Что же касается транспортной роли ветра, то здесь следует иметь ввиду, что в апреле и мае (время, когда гусеницы непарного шелкопряда аэрофорны) только северо-восточные ветры являются относительно редкими, ветры же остальных направлений являются почти одинаково распространенными (Копосов, 1948). А это значит, что очаг непарного шелкопряда, вспыхнув в одном месте, может распространяться по всем осталным направлениям почти с одинаковой долей вероятности.

Скорость ветра чаще всего выражается здесь средними величинами и лишь относительно редко достигает степени сильных бурь и ураганов. В г. Ульяновске, например, в апреле-мае она выражается средней величиной 3,9 м/сек. Именно такая скорость благоприятна для разноса гусеничек непарного шелкопряда. При такой скорости ветра перенос гусениц может осуществляться на весьма большие расстояния. Так весной 1954 г. мы находили гусениц в поле на расстоянии 8-ми километров от ближайших лесонасаждений. Работникам по охране леса от вредителей это всегда следует иметь в виду и при возникновении очага непарного шелкопряда даже в сравнительно отдаленных насаждениях готовиться к его встрече у себя.

Что же касается других представителей листогрызущего комплекса, то здесь транспортная роль ветра, по видимому совсем ничтожна. У златогузки гусеницы первых стадий появляются летом, когда деревья покрыты листвой и движение воздуха в кронах сильно ослаблено. Весной же гусеницы имеют довольно значительные размеры и к тому же большую часть времени проводят в гнезде. У кольчатого шелкопряда гусеницы почти не имеют волосков и потому не аэрофорны. Кроме того, они почти не забираются в вершины крон.

Ветер, как физиологический фактор, по видимому, определяет сезонные миграции гусениц в кронах деревьев. Так гусеницы непарного шелкопряда и златогузки проводят большую часть времени в верхних частях крон и, очевидно, устойчивы к иссушающему действию ветра. Возможно, что это связано с большим содержанием влаги в листьях в данный период. Начиная с 4-го возраста, у гусениц обоих видов замечается тенденция к опусканию в подошвы крон. Куколки же располагаются только в подошвах. Что же касается кольчатого шелкопряда, то его гусеницы в вершины крон почти не забираются, а занимают ха-

рактерное расположение в развилках ветвей средины или подошвы крон.

Влияние фактора освещенности

В последнее время большое значение в поведении и распределении непарного шелкопряда в насаждениях придается фактору освещенности. (Верещагина, 1952, 1952(а), Захаров и Левкович, 1951).

Данные исследователи считают, что решающее значение в распределении непарного шелкопряда в насаждениях принадлежит фактору света.

Кожанчиков (1954) считает, что реакция на свет у молодых гусениц Orgyidae, сочетаясь с отрицательным геотаксисом, весной ведет к быстрому перемещению их из прикорневой части на кроны деревьев.

Андрианова (1948) указывает, что от освещенности зависит плодовитость и приводит данные Жмутзиновича, по которым отсутсвие света, во-первых, замедляет развитие гусениц тутового шелкопряда, а во-вторых, снижает вес коконов почти на 20%.

Для выяснения степени повреждения насаждений гусеницами непарного шелкопряда и златогузки в зависимости от освещенности, мы в начале июын 1954 г. провели следущие наблюдения:

В насаждениях Ульяновского лесхоза Больше-Ключищинского лесничества (кварталы №№ 88, 92, 97) были отмерены площадки с господством дуба по составу и, по возможности, в равных рельефных условиях, но с различной полнотой. Было взято три площадки размером по 400 кв. метров каждая (20×20 м.).

Проводим краткую характеристику площадок:

Площадка № 1. Расположена в юго-восточной части квартала № 88. Основная порода — дуб. На площадке 27 дубовых и 4 основных дерева. Подлесок почти отсутствует. Полнота древостая 0,3 (понимая под полнотой степень сомкнутости крон деревьев и выражая ее в десятых долях единицы).

Площадка № 2. Расположена в квартале № 92. Состав чисто дубовый. На площадке 53 дерева. Подлесок редкий из жимолости и лещины. Полнота древостоя 0,4.

Площадка № 3. Расположена в квартале № 97. На площадке 57 дубовых, 6 липовых и 9 осиновых деревьев. Полнота древостоя — 0,6.

Затем все деревья на каждой площадке по степени поврежденности их листвы были подразделены на 4 группы.

1. Сильно поврежденные деревья — с листвой объеденной почти нацело.

2. Умеренно поврежденные деревья — с листвой объеденной на две трети.

3. Слабо поврежденные деревья — с листвой объеденной на одну треть.

4. Не поврежденные деревья — с листвой практически нетронутой.

Результаты подсчета деревьев по степени их поврежденности на различных площадках сведены в таблицу № 1.

Таблица № 1

№№ площадок	Полнота древостоя на площадке	Количество деревьев на площадках по степеням повреждений			
		1	2	3	4
1	0,3	14	7	4	6
2	0,4	5	9	12	27
3	0,6	0	5	18	49

Материал данной таблицы ясно показывает, что деревья произрастающие на площадке № 1, на которой полнота очень низкая и, значит, осветленность большая, повреждались сильнее, нежели на других более полнотных участках. Отсюда совершенно ясен вывод, что изреженные насаждения должны быть всегда в центре внимания работников по защите леса, ибо комплекс условий, слагающихся в них, наиболее благоприятен для листогрызущих вредителей, нежели в насаждениях высокополнотных. Правда, приходится признать, что какова здесь собственно роль фактора света, сказать трудно, так как полнота характеризует не только степень освещенности насаждений, но и их прогреваемость, продуваемость и другие лесоэкологические условия.

Влияние условий зимовки

Зимовка листогрызущих насекомых является очень важным фактором, влияющим на колебание их численности. Но в исследованиях, посвященных причинам колебания численности насекомых, данному фактору уделяется почему-то недостаточное внимание. И потому здесь приходится согласиться с мнением Белановского (1950), который отмечал, что «в этой области, можно сказать, ничего не сделано».

Обычно в условиях Ульяновской области зимовка листогрызущих вредителей проходит благополучно — об этом говорят факты длительной продолжительности протекания их массовых вспышек. Но иногда зимовка может вносить существенные коррективы в составленные осенью прогнозы.

В 1951—1952 гг. во многих лиственных насаждениях Ульяновской области протекала массовая вспышка златогузки.

Вспышка была столь сильной, что привела к необходимости борьбы с ней. Весной 1953 г. в Ново-Спасском и Ульяновском лесхозах было проведено опыливание зараженных насаждений гексахлораном и ДДТ при норме 16 кг./га. Результаты работы превзошли все ожидания, так как насаждения от златогузки были очищены совершенно. Но оказалось, что в тех насаждениях, где борьба не проводилось, хотя там и была златогузка, в 1953 году она тоже исчезла. Так обстояло дело, например, в соседнем с Ново-Спасским Николаевском лесхозе.

Последующий анализ зимних гнезд показал, что златогузка погибла, не покидая зимних гнезд, т. е. во время зимовки. Но температурные условия зимы 1952—1953 гг. отнюдь не были более суровыми по сравнению с зимой предыдущей, скорее наоборот. Почему же в предыдущем году златогузка не вымерзла, а в данном погибла почти целиком? Очевидно, во втором случае златогузка не была подготовлена к зимовке.

На наш взгляд дело обстояло следующим образом:

Известно, что молодые гусеницы златогузки осенью, перед уходом на зимовку, питаются и дважды линяют. В течение длительной истории своего существования она приспособилась к тому, что осенью питается зрелым, преимущественно дубовым листом. Иная картина наблюдается в годы ее массовых размножений, когда она еще ранней весной объедает листву своей основной кормовой породы. Правда, летом дубы, как правило, покрываются листвой вторично, но эта вторичная листва по своему качеству отлична от обычной осенней листвы. Это, по существу, молодой растущий лист с обилием воды и белков, но бедный сахарами и клетчаткой. Перед молодыми гусеницами златогузки в таком случае встает дилемма: или питаться незрелым, богатым водой листвой дуба, или переходить на питание другими породами. В насаждениях же с господством дуба остается одно: питаться недоброкачественной для гусениц листвой дуба. Питаясь листвой с повышенным содержанием воды и белков, гусеница усиленно растет и наступающие зимние холода застают ее неподготовленной. В результате наступает массовое вымерзание.

Для доказательства того, что дело обстояло именно так, можно привести ряд прямых и косвенных доказательств:

Прямые доказательства. 1. Морозоустойчивость гусениц златогузки, собранных в насаждениях, которые летом покрывались листвой дважды, ниже таковой в насаждениях с нормальной осенней листвой.

Весной 1954 г. мы собрали зимние гнезда златогузки с деревьев, которые летом 1953 г. покрывались листвой дважды, а также с деревьев, которые не повреждались совсем, или повреждались настолько слабо, что листву летом не меняли. Все гнезда были собраны в пределах Больше-Ключищинского лесничества Ульяновского лесхоза. Затем в лаборатории был про-

.верен процент выхода гусениц из тех и других гнезд. Результаты представлены в таблице № 2.

Таблица № 2

Морозоустойчивость гусениц златогузки в зависимости от степени поврежденности кормовых деревьев

Зимние гнезда с сильно повреждаемых деревьев				Зимние гнезда с слабо повреждаемых деревьев			
№№ пп	колич. гусениц в гнезде	колич. перезимовавших гусениц	процент перезимовавших гусениц	№№ пп	колич. гусениц в гнезде	колич. перезимовавших гусениц	процент перезимовавших гусениц
1	217	10	4,6	1	301	212	70,5
2	533	31	5,3	2	129	92	7[illegible],5
3	172	31	18,0	3	454	266	58,5
4	225	28	12,4	4	188	104	51,5
5	518	77	14,85	5	94	89	94,7
6	331	29	8,75	6	155	98	63,3
7	409	62	15,15	7	281	200	71,2
8	651	85	13,05	8	374	128	34,2
9	483	16	3,31	9	119	81	68,0
10	207	86	41,5	10			
Итого . . .	3746	455	12,15%		2095	1270	60,5%

Из данной таблицы видно, что зимостойкость златогузки на вторично облиственных деревьях почти в пять раз ниже таковой у златогузки, зимующей на деревьях с нормальной осенней листвой.

2. В чистых дубовых насаждениях, которые в результате сильного повреждения златогузкой в 1953 г. облиствлялись дважды, в 1954 г. златогузка исчезла вплоть до единичных экземпляров. В насаждениях же, где в 1953 г. златогузка не привела к полному оголению деревьев, она продолжала оставаться серьезным вредителем и в 1954 г.

Так в 1953 г. некоторые участки дубового леса Ишеевского лесничества Ульяновского лесхоза повреждались златогузкой настолько, что осенью покрывались листвой вторично. В 1954 г. златогузка здесь исчезла совершенно. Такая же картина наблюдалась в 1954 г. и в насаждениях Ново-Спасского и Николаевского лесхозов. Насаждения Больше-Ключищинского лесничества Ульяновского лесхоза в 1953 г. повреждались златогузкой слабее, и потому златогузка оставалась здесь серьезным вредителем и в 1954 г.

Косвенные доказательства. 1. Если в насаждениях имеются деревья, которые летом покрывались листвой вторично, то на них, как правило, почти не бывает зимних гнезд златогузки.

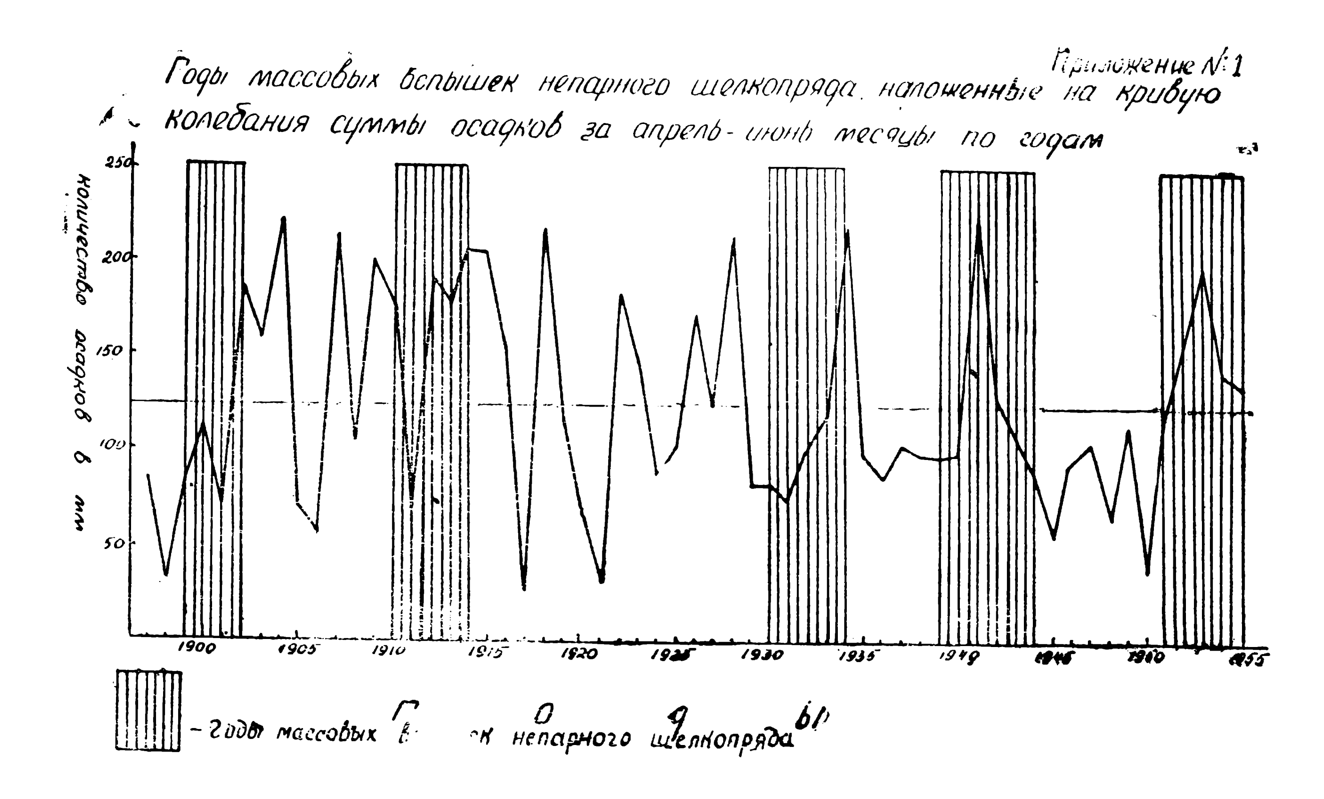
Обычно в насаждениях не все деревья повреждаются златогузкой в равной мере. Деревья, расположенные на более прогреваемых участках, всегда повреждаются сильнее и в первую очередь. Они полностью лишаются листвы даже тогда, когда другие деревья стоят почти нетронутые златогузкой. Такие деревья легко отличить и зимой, так как они обычно не теряют на зиму, не успевшую созреть, вторичную листву. На таких деревьях зимних гнезд златогузки почти не бывает.

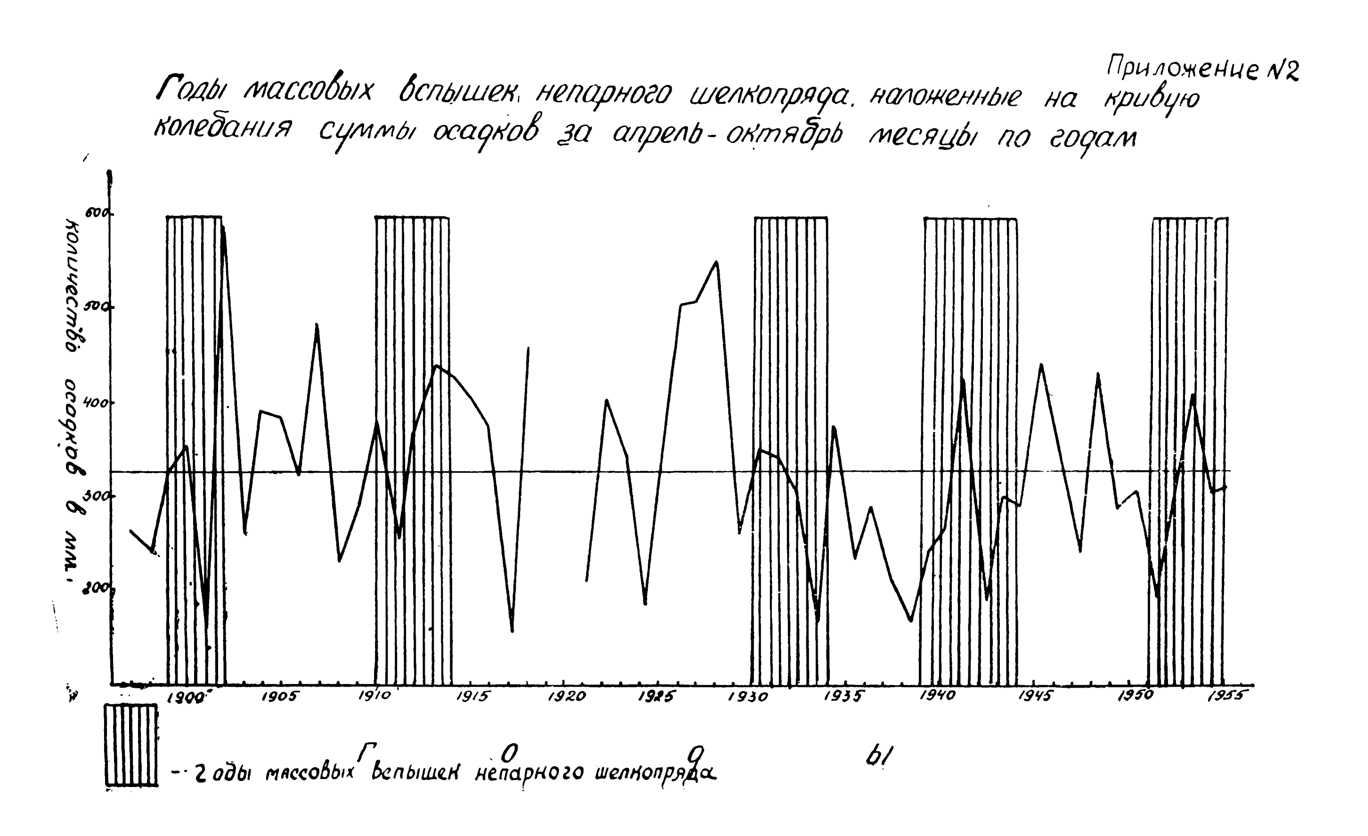
2. Древесные растения с опадающей на зиму листвой обнаруживают значительные различия химизма листьев в течении вегетационного периода (Андрианова, 1948). И очень важно совпадение изменения химизма листьев с определенной фазой питающегося ими насекомого (Кожанчиков, 1947). По мнению Кожанчикова, несовпадение развития насекомого с изменением химизма кормовой породы на одну неделю уже губительно для насекомого. В случае же осеннего питания златогузки несозревшим вторичным листом, такой разрыв куда больше недели.

3. Обычно гусеницы златогузки до зимовки линяют дважды, но в случае осеннего питания на деревьях, которые летом покрывались листвой дважды, гусеницы линяют три раза и зимуют, таким образом, в четвертом возрасте. Такое явление наблюдается не всегда, а только в случае теплой и продолжительной осени. Иногда же развитие златогузки осенью продолжается еще дальше. Так Новопольская (1948) обнаружила случай появления второго поколения бабочек златогузки.

Против высказанного положения может возникнуть такое возражение: почему в 1954 г. златогузка исчезла также в садах Ульяновской области? Ведь в садах никогда не наблюдались случаи полной потери листвы от златогузки и, тем более, случаи вторичного облиствления деревьев. Мы объясняем данное явление так. В садах златогузка легко уничтожается срезкой зимних гнезд, но эта мера не достигала своей цели пока златогузки было много в окружающих лесонасаждениях. Из лесонасаждений златогузка постоянно мигрировала в сады. Когда же златогузки в лесонасаждениях не стало, этой меры оказалось вполне достаточно. В тех же садах, которые расположены далеко от лесонасаждений (например в садах Богдашкинского района), массовой вспышки златогузки не было вовсе.

Таким образом, фактор зимовки, не являясь единственным угнетающим фактором, может иногда вносить существенные коррективы в протекание массовых вспышек некоторых листогрызущих насекомых. Это еще раз подтверждает необходимость строгого весеннего учета прежде чем предпринимать какие-либо меры по борьбе с ними.


Приложение № 1
Годы массовых вспышек непарного шелкопряда, наложенные на кривую колебания суммы осадков за апрель-июнь месяцы по годам
количество осадков в мм
250
200
150
100
50
1900
1905
1910
1915
1920
1930
1935
1955
– Годы массовых
непарного шелкопряда



Приложение №2
Годы массовых вспышек непарного шелкопряда, наложенные на кривую колебания суммы осадков за апрель-октябрь месяцы по годам
количество осадков в мм.
600
500
400
300
200
1900
1905
1910
1915
1920
1925
1930
1935
1940
1945
1950
1955
– годы массовых вспышек непарного шелкопряда

Влияние количества осадков

Касаясь массовых вспышек листогрызущих вредителей леса, большинство исследователей считают, что они приурочены к более засушливым годам. Приуроченность массовых вспышек непарного шелкопряда к засушливым годам была впервые отмечена Стратоновичем и Заборовским (1930). На протяжении сорока лет, отмечают эти авторы, «массовые вспышки непарного шелкопряда следуют сразу после засушливых лет». Впоследствии этот вывод был подтвержден и рядом других исследователей. Так Пархоменко (1933) к числу благоприятствующих для непарного шелкопряда факторов в лесах Крыма относит его сухолюбивую биоэкологическую природу и отмечает, что массовые вспышки его следуют «тотчас за засушливыми годами». Ильинский (1952), касаясь всех листогрызущих вредителей леса, отмечает, что «начало вспышкам кладет засушливая погода». Приуроченность массовых вспышек непарного шелкопряда отмечается и в работах Пятницкого (1935), Руднева (1953), а также в работах ряда зарубежных исследователей. (Ratzeburg, Berwig и др, по Рудневу). Рядовые работники лесного хозяйства (лесники, объезчики и др.) тоже указывают на засухи как причины массовых вспышек листогрызущих вредителей.

Но ни у кого из указанных выше исследователей мы не нашли обоснования этого положения достаточным фактическим материалом. Неясно также, является ли засушливая погода только толчком к возникновению массовых вспышек, или фактор влажности играет решающую роль в их протекании вообще. Поэтому, собрав материал по массовым вспышкам непарного шелкопряда на территории теперешней Ульяновской области с 1879 г. и данные по количеству осадков за этот же период, мы наметили к разрешению следующие вопросы:

1. Действительно ли имеется связь между годами массовых вспышек непарного шелкопряда и годами с пониженным количеством осадков?

2. Влияет ли количество осадков в годы протекания массовых вспышек непарного шелкопряда на характер их протекания.

Прежде чем излагать полученные нами выводы, следует дать некоторую характеристику исходным данным. Данные по массовым вспышкам непарного шелкопряда на территории теперешней Ульяновской области получены нами на основании тщательного анализа архивных документов Ульяновского государственного архива, а также литературных источников. Эти данные приводятся в нашей работе, помещенной в этом же сборнике (Наумов, 1958 г.).

Данные по количеству осадков мы взяли из климатологического сборника СССР (1954). Наиболее длительные наблюдения приводятся здесь по Сенгилеевскому метеопункту (с 1891 г.) и,

хотя они не являются типичными для всей области, мы вынуждены были воспользоваться ими. Но до 1936 г. в справочнике имеются показания только о количестве дней с осадками по следующей шкале:

Годы	Величины осадков в мм.							
	=0,1 >	=0,5 >	=1,0 >	=2,0 >	=5,0 >	=10,0 >	=20,0 >	=30,0 >
	Число дней с осадками в апреле							
1936	8	7	6	5	1	0	0	0

Разумеется, что в таком виде данные для сравнения использовать нельзя и их нужно было предварительно привести к абсолютному количеству осадков. Обработка облегчалась тем, что начиная с 1936 г., имеются данные и по числу дней с осадками, и о количестве осадков по месяцам, то есть имеется возможность сравнения. Наиболее точные результаты дал следующий способ: не учитывая осадки ниже одного миллиметра, просуммировать остальные, предварительно перемножив их на число дней с осадками. В приведенном нами примере по апрелю 1936 г. это будет составлять 21 мм. $(1{,}0 \times 6 + 2{,}0 \times 5 + 5{,}0 \times 1)$. А количество осадков за этот период по справочнику равно 20 мм. Таким образом, при таком способе обработки разница составляет всего один мм. Если же просто просуммировать все осадки по числу дней, то получим: $0{,}1 \times 8 + 2{,}0 \times 5 + 0{,}5 \times 7 + 1{,}0 \times 6 = + 5{,}0 \times 1 = 25$ мм., то есть на 5 мм. больше данных справочника.

Поэтому мы с 1891 по 1936 год пользовались данными полученными в результате обработки первым способом, а с 1936 по 1950 год — показателями справочника по абсолютному количеству осадков по месяцам. С 1950 по 1955 год данные по количеству осадков были взяты в Ульяновском гидрометбюро.

Для выяснения поставленных вопросов материал был подвергнут некоторой статистической обработке.

1. Вопрос о наличии связи между количеством осадков и наступлением массовых вспышек непарного шелкопряда.

Для выяснения связи между количеством осадков и наступлением массовых вспышек непарного шелкопряда мы подсчитали среднее количество осадков за апрель — июнь месяцы, которое оказалось равным 12,6 см., за июль — октябрь — 19,9 см. и за весь вегетационный период (апрель — октябрь месяцы) — 34,5 см. Затем подсчитали отклонение от среднего за последний год перед массовыми вспышками непарного шелкопряда для всех трех периодов. Результаты сведены в таблицу № 3.

Из данной таблицы видно, что для первых двух периодов мы как будто никакой связи не имеем — вспышки начинаются в го-

Таблица № 3

Отклонение от среднего количества осадков в различные периоды года предшествующего массовой вспышке непарного шелкопряда

Годы массовых вспышек	Отклонение от среднего за год перед вспышкой в		
	апрель — июнь	июль — октябрь	вегетац. период
1899—1902	— 10 см.	+ 1 см.	— 9 см.
1910—1914	+ 7 см.	— 11 см.	— 4 см.
1930—1934	— 4 см.	— 7 см.	— 11 см.
1939—1944	— 2 см.	— 13 см.	— 15 см.
1951—1955	— 9 см.	+ 7 см.	— 2 см.

ды с пониженным и с повышенным количеством осадков, хотя для первого периода (апрель — июнь месяцы) имеется только одно исключение, которое, возможно, вытекает из неполноты используемых данных. Для осадков же за весь вегетационный период мы имеем снижение осадков от нормы в среднем на 8,2 см. при пятикратном совпадении знака. Пятикратное совпадение знака при проверке заранее поставленной гипотезы означает P равную 1/32 (два в пятой степени), что дает не слишком высокую надежность. Посчитав среднюю ошибку, находим ее равной 2,3 см., t равно 3,5, что для четырех степеней свободы соответствует P меньшей 0,05 (t равно 2,78) и большей 0,02 (t равно 3,75).

Иначе говоря, в общем подтверждается, что массовым вспышкам предшествуют более сухие годы, но этот вывод находится на невысоком уровне значимости.

При использовании данных за два года, предшествующих массовой вспышке, результаты получаются еще менее ясными.

2. Аналогичная работа была проведена с целью выяснения вопроса, не характеризуется ли весь период массовой вспышки непарного шелкопряда каким-либо стойким отличием в количестве осадков. Результаты обработки материала с этой целью сведены в таблицу № 4.

Таблица № 4

Годы массовых вспышек	Отклонение количества осадков от среднего за весь период массовой вспышки в см.		
	за апрель — июнь	за июль — октябрь	за вегетацион. период
1899—1902	— 1,35 см.	+ 4,35 см.	+ 3,00 см.
1910—1914	+ 3,8 см.	+ 1,3 см.	+ 5,1 см.
1910—1934	— 0,2 см.	— 1,1 см.	— 1,3 см.
1939—1944	+ 0,07 см.	— 4,07 см.	— 4,0 см.
1952—1955	+ 2,4 см.	— 5,9 см.	— 3,5 см.

Ясно, что никакого стойкого отличия нет.

Заканчиваются массовые вспышки как в годы с повышенным количеством осадков, так и с пониженным, а это значит, что и в прекращении массовых вспышек, фактор влажности не является единственным решающим фактором.

Выводы:

1. Ветер в формировании очагов непарного шелкопряда в насаждениях Ульяновской области не играет никакой роли, а имеет только транспортное значение в период аэрофорности гусениц непарного шелкопряда. Поскольку в апреле и мае (время, когда гусеницы непарного шелкопряда аэрофорны) только северо-восточные ветры являются относительно редкими, очаг непарного шелкопряда, вспыхнув в одном месте, может распространиться по всем остальным направлениям почти с одинаковой долей вероятности.

2. Наиболее сильно повреждаются непарным шелкопрядом изреженные, а значит и наиболее осветленные участки дубовых насаждений, и потому они должны быть всегда под особым наблюдением работников лесозащиты.

3. Зимовка насекомых листогрызущего комплекса является весьма важным фактором влияющим на их численность. Наличие в насаждениях полноценного корма является весьма важным условием в перенесении вредителем неблагоприятных условий зимовки. Так резкое снижение численности златогузки в 1953 г. мы объясняем ее вымерзанием зимой 1952—1953 г. Причиной вымерзания послужило отсутствие полноценного питания для златогузки осенью 1952 г.

4. Сопоставив годы массовых вспышек непарного шелкопряда с колебанием количества осадков за 65 лет, мы пришли к следующим выводам: а) высказывания многих авторов о том, что массовым вспышкам непарного шелкопряда предшествуют засушливые годы, подтверждаются, но этот вывод находится на невысоком уровне значимости; б) имеющийся в нашем распоряжении материал не позволяет утверждать, что количество осадков в период массовых вспышек непарного шелкопряда является фактором, влияющим на протекание вспышек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианова Н. С. Влияние света на рост и развитие дубового шелкопряда. Культура дубового шелкопряда в СССР. М., 1948 г.

2. Белановский И. Закономерности в массовых размножениях вредителей в связи с метеорологическими факторами. Зоологич. журнал т. XV, в. М.—Л., 1936 г.

3. Верещагина В. В. Роль света в поведении и распределении непарного шелкопряда и дубовой листовертки в условиях полезащитных полос. Зоологич. журнал, т. XXXI, в. 1, 1952 г.

4. Верещагина В. В. Лесохозяйственные мероприятия для защиты

древостоя от дубовой листовертки и непарного шелкопряда. Лесное хозяйство, № 2, 1952 (а).

5. Захаров и Левкович. Вредные насекомые природных лесов и лесопосадок по государственной лесной защитной полосе Саратов — Камышин. Зоологич. журнал, т. XXX, в. 4, 1951 г.

6. Иванов С. П., Левитт М. М., Емчук Е. М. Массовые размножения животных и теория градаций. Киев, 1938 г.

7. Климатологический сборник СССР, в. 12, часть II (осадки) Л., 1954.

8. Кожанчиков И. В. Значение возрастных изменений листьев дуба в питании гусениц дубового шелкопряда. Докл. АН СССР, 1947.

9. Кожанчиков И. В. Волнянки. Фауна СССР, т. XII, М.— Л., 1950.

10. Ильинский А. И. Надзор за хвое — и листогрызущими вредителями в лесах и прогноз их массовых размножений. М.—Л., 1952.

11. Копосов И. П. Агропочвенные районы Ульяновской области, Ульяновск, 1948.

12. Наумов Р. В. Листогрызущий комплекс вредителей лесов Ульяновской области. Ученые зап. УГПИ, 1958.

13. Новопольская Е. В. К биологии бабочки златогузки. Природа № 9, 1948.

14. Пархоменко В. Борьба с непарным шелкопрядом в лесах Крыма. Экономика и культура Крыма, № 5—6, 1938.

15. Пархоменко В. Непарный шелкопряд в лесах Крыма. Киев, ВУАН, 1936.

16. Пятницкий Г. Факторы, способствующие и ограничивающие массовые вспышки непарного шелкопряда в Крыму. Вопросы экологии и биоценологии, № 2, 1935.

17. Руднев Д. Ф. Влияние качества пищи на плодовитость непарного шелкопряда. Збирник праць виддилу екологии наземных тварин, Киев, 1936.

18. Чугунин Я. В. Очаговая цикличность массовых размножений непарного шелкопряда, Зоологич. журнал, т. XXVII, в. 5, 1949.

ГЕОЛОГИЯ

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

Н. А. БОЧАРОВ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ РЕКИ УСЫ

(притока Волги)

Река Уса, впадающая в Волгу около верхнего конца Самарской луки, принадлежит к числу её незначительных притоков. Длина Усы 148 км, площадь бассейна — 3390 км [2]. Эта небольшая, несудоходная река, экономическое значение которой ограничивалось наличием на ней нескольких водяных мельниц, не привлекала к себе внимание исследователей.

Геологическое прошлое Усы впервые было затронуто А. П. Павловым (1886), который предполагал, что она, подойдя с севера к Жигулёвской дислокации в районе с. Муранки, направлялась отсюда вдоль её оси на северо-восток и впадала в Волгу вблизи с. Усолья. Подмывая свой правый берег, она со временем значительно сместилась к югу и частью к востоку, и заняла современное положение. М. Э. Ноинский (1913) вполне присоединился «к этой гипотезе проф. А. П. Павлова» и дополнил её некоторыми деталями: в частности, высказал предположение о времени указанного смещения реки от оси дислокации и о причине перемещения устья Усы от с. Усолья в его современное положение, в обход Усольско-Берёзовского массива. Оба автора говорили только о нижней половине Усы, не упоминая о её верхнем течении. Причём вопрос о происхождении реки совершенно не затрагивался.

Е. Н. Пермяков (1938), коснувшись, между прочим, прошлого р. Усы, относит её образование к рисс-вюрму. Однако ошибочные представления Пермякова о четвертичной истории Самарской луки, опровергнутые Г. В. Обедиентовой (1953), привели его к неправильным представлениям по этому вопросу.

Г. В. Обедиентова (1953) даёт наиболее полную картину происхождения и формирования р. Усы, но, как мне кажется, неправильную. Некоторые положения концепции Г. В. Обедиентовой, несовместимые с моей концепцией, рассматриваются после изложения последней, в конце настоящей статьи.

Исток и устье Усы расположены на одной параллели; следовательно, она несёт воду, в общем в широтном направлении, а именно — на восток. Но на своём пути река делает три радикальных поворота, т. е. таких, после которых изменяется её основное направление, и она уже не возвращается к прежнему. В связи с этим создалось такое положение, что в течении Усы преобладает не широтное направление, а диагональное и меридиональное. Радикальными поворотами Уса разделяется на четыре части заметно различного направления, но почти одинаковой длины — только самая нижняя из них значительно короче остальных.

Первую часть пути — от истока до устья р. Мазы — Уса течёт, за исключением самого верховья, в в.-с.-в. направлении. Затем, после крутого поворота вправо, начинается вторая часть реки, текущая на ю.-в. и заканчивающаяся в районе Губинских высот, при впадении реки Тишерека. Дальше следует третья часть Усы, текущая сначала на ю.-в., а затем на восток, и заканчивающаяся юго-восточнее с. Комаровки. На небольшом расстоянии за этим селением широтное направление реки сравнительно быстро сменяется меридиональным, характерным для последней, четвёртой части Усы, выходящей к Волге. Река в целом имеет на карте вид письменной строчной буквы «г».

Бассейн Усы расположен в пределах Жигулёвского купола (Е. Н. Пермяков, 1938), в той его части, где проходят Жигулёвская и Борлинская дислокации, формировавшиеся, в основном, на границе палеогена и неогена, а также в миоцене. Жигулёвская дислокация представляет собой асимметричную плакантиклиналь, ось которой на интересующей нас территории проходит по азимуту 60°—70°. Плакантиклиналь осложнена вторичными структурами в виде куполов, образующих в пределах Самарской луки два продольных ряда — один на оси дислокации, другой на её южном крыле (Южно-Жигулёвская тектоническая линия, отмеченная В. А. Лобовым, 1950). Эти структуры более резко выражены в первом из указанных рядов, где амплитуда поднятий и прогибов достигает нескольких десятков метров.

Борлинская дислокация, проходящая севернее Жигулёвской, имеет сходное с ней строение — асимметрична и состоит из ряда структурных поднятий и прогибов — но отличается тем, что у неё более крутым является южное, а не северное крыло.

Между названными дислокациями расположено тектоническое понижение, известное в литературе под разными названиями: Жигулёвско-Борлинский грабен (Е. Н. Пермяков, 1935), Жигулёвско-Борлинская синеклиза (Н. Т. Сазонов, 1951), Ставропольская депрессия (Г. В. Обедиентова, 1953) и др. Так как геологическими исследованиями последнего времени окончательно установлен плакантиклинальный характер этих дислокаций, то находящееся между ними понижение нельзя называть грабеном. «К осевой части Жигулёвско-Борлинской синеклизы,—

указывает Сазонов (1951),— приурочены небольшие локальные структуры — Сунгурская, Рачейско-Троицкая и Климовская,— которые делят её на две самостоятельные синклинальные впадины — на юге Жигулёвскую, а на севере — Борлинскую».

Зона Жигулёвских поднятий в пределах усинского бассейна сложена преимущественно карбонатными породами верхнего карбона и перми, которые в большей части левобережья Усы, кроме его северо-востока, прикрыты четвертичными континентальными отложениями; на юге, на волго-усинском водоразделе, широко распространены юрские отложения.

Геологические и геоморфологические особенности различных частей долины реки Усы

Происхождение и формирование реки и её системы обусловливается геологическим прошлым и тектоникой территории. Поэтому при рассмотрении вопроса о происхождении Усы необходимо прежде всего сопоставить её географическое положение и общий план с геологией и палеогеографией раойна. Однако следы геологического прошлого сохраняются не в строении русла реки, сравнительно быстро изменяющегося, а в морфологических особенностях долины и в её общем плане. Поэтому в дальнейшем изложении главное внимание уделяется не столько самой реке, сколько её долине, как геоморфологическому образованию, несущему на себе следы прошлой деятельности реки и других, связанных с ней, факторов рельефообразования.

Ввиду разнообразия геологических условий на протяжении усинской долины указанное сопоставление географических и геологических данных следует проводить не по долине в целом, а по отдельным её отрезкам. Последние выделяются соответственно указанному выше делениию реки на четыре части и получают, начиная от верхнего конца долины, следующие названия: елшанский (35 км), шигонский (35 км), муранский (35 км) и меридиональный (20 км). Естественно, что сумма отрезков речной долины (125 км) оказывается на 15% меньше длины самой реки.

Первые два отрезка долины — от истока до Губинских высот — расположены в Жигулёвско-Борлинской синеклизе. Если на структурную карту этого района, данную Н. Т. Сазоновым (1951), нанести р. Усу, то получается такая картина. Река берёт начало на северо-западном склоне возвышенности, основанием которой служит Рачейско-Троицкая структура, но большая часть верхнего (елшанского) отрезка долины приурочена к оси Борлинской синклинальной впадины, идущей в северо-восточном направлении.

Шигонская часть усинской долины проложена, наоборот, поперёк Жигулёвско-Борлинской синеклизы вкрест её простиранию, и приурочена к прогибу в толще маастрихта, находящемуся между Рачейско-Троицкой и Климовской структурами. Г. В. Обе-

диентова указывает (1953), что этот прогиб «можно трактовать двояко: как тектоническое явление или как остатки размыва, предшествовавшего отложению осадков палеогенового моря. Первое более вероятно». Однако своебразная прямолинейность стратоизогипс на этом небольшом участке, резко выделяющая его на структурной карте, позволяет предполагать, что отмеченное понижение образовалось благодаря эрозии, происходившей в неглубоком тектоническом прогибе. В таком случае можно считать, что шигонская часть усинской долины приурочена к древней эрозионной, тектонически обусловленной, долине, образовавшейся в результате размыва, происходившего до палеогеновой трансгрессии, в конце верхнего мела.

В районе Губинских высот Уса вступает в зону жигулёвских поднятий, пересекает ось дислокации и на всём дальнейшем пути, почти до самого устья, протекает по её пологому крылу. Обогнув с востока названные высоты, река течёт сначала по направлению падения крыла, затем по его простиранию, вблизи Южно-Жигулёвской тектонической линии. Такова структурная обстановка в муранской части усинской долины.

В тектонической обстановке меридионального отрезка долины заслуживают внимания два момента. Во-первых, здесь река течёт **навстречу** падению пластов — что представляет значительный интерес в геоморфологическом отношении. Во-вторых, долина находится на границе между неотектоническими зонами ясно выраженных новейших и современных поднятий на востоке и новейших и современных опусканий на западе (Г. В. Обедиентова, 1953). При описании геологической обстановки в районе рассматриваемого отрезка усинской долины следует остановиться ещё на одном обстоятельстве. Обедиентова даёт (1951 и 1953) «Схематический разрез через древнюю долину и долину р. Усы ниже д. Услады (в 7 км от устья Усы)», т. е. южнее оси Жигулёвской дислокации, из которого видно, что меридиональный отрезок долины, по которому Уса течёт **на север,** вложен в древнюю долину, разработанную рекой, текшей **на юг.** Это обстоятельство представляет значительный интерес при рассмотрении вопроса о прошлом данного отрезка Усы, а также и реки в целом.

Анализ разреза и соответствующего текста показывает, что подошва неогеновых отложений в древней долине, мощность которых превышает 100 м, имеет отметку минус 116,65 м; верхний край правого склона, не показанный на чертеже, лежит выше отметки 150 м. Следовательно, глубина долины превышала 267 м. В известняках и доломитах палеозоя долина такого размера могла быть разработана только значительной рекой, протекавшей, приблизительно, вдоль восточного края формировавшейся Приволжской возвышенности. А такая река в этом районе должна была проходить, так как сюда направлялся сток со значи-

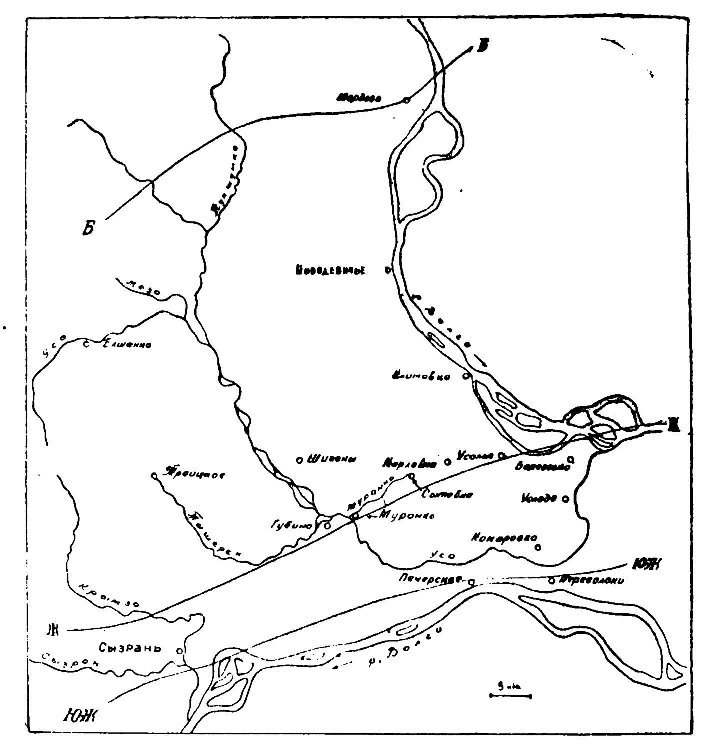


Рис. 1. Река Уса. Б—Б-Борлинская дислокация; Ж—Ж-Жигулевская дислокация; Ю—Ж-Ю—Ж-Южно-Жигулевская тектоническая линия.

тельной площади, расположенной между Уралом и Вятским валом.

Это была пра-Кама, которая подошла к Жигулёвской дислокации при регрессии палеогенового моря. Когда береговая линия перемещалась через ось последней, то река пошла по понижению между Усинско-Берёзовским и Яблоновым поднятиями, а затем разрабатывала на воздымавшейся суше антецедентную долину по направлению падения южного крыла дислокации. В то время не было ни волжской речной системы выше устья Камы (Н. А. Бочаров, 1956-а), ни системы реки Белой, которые формировались вслед за образованием Жигулёвской и Борлинской дислокаций, вследствие чего годовой сток пра-Камы в этом районе был в три-четыре раза меньше современного волжского стока. Однако можно считать, что мощность реки была достаточна для того, чтобы пропиливать воздымающуюся преграду. Южно-Жигулёвская тектоническая линия не могла задер-

жать пра-Каму, тем более, что в районе с. Переволок, возможно, уже имелось понижение этой линии между намечающимися Переволокским и Образцовским поднятиями — и она продвигалась дальше на юг за регрессировавшим морем.

Итак, каждый из четырёх отрезков усинской долины формировался в своеобразной тектонической обстановке. Если вместе с тем учесть, что на протяжении долины значительно изменяется литологический состав и возраст прорезаемых пород — от палеогена в верховье до карбона включительно в приустьевой части — то будет достаточное основание предполагать, что каждый отрезок долины должен иметь свои геоморфологические особенности. Это положение подтверждается приводимой ниже схематичной характеристикой участков долины по таким признакам: общий план, поперечный профиль (схема), продольный профиль (уклон).

Происхождение реки Усы

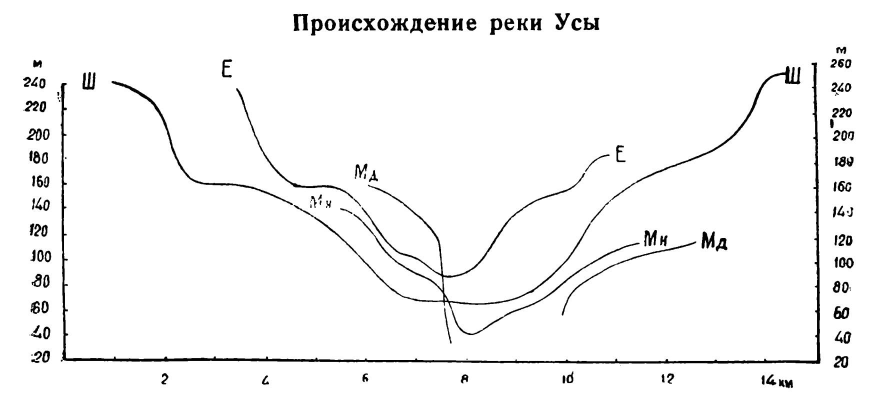


Рис. 2. Схематические поперечные профили долины р. Усы.
Е—Е-елшанская часть; Ш—Ш-шигонская часть; Мн—Мн-муранская часть; Мд—Мд-меридиональная часть.

Елшанская часть долины Усы. План её характеризуется значительной кривизной, так как направление долины от истока к нижнему концу изменяется более чем на 90°. Поперечный профиль на протяжении отрезка сильно варьирует, оставаясь везде асимметричным; в общем, правый склон круче левого и на несколько десятков метров выше его, достигая в некоторых точках 130—150 м относительной высоты. Узкое днище только на последних 5—6 км воронкообразно расширяется от 0,5 км до 2 км. Относительное падение реки сильно уменьшается на протяжении отрезка — от 25 м/км на первых километрах до 1,33 м/км при подходе к шигонскому отрезку. Однако и здесь оно оказывается значительно большим, чем в верхнем конце последнего, где соответствующая величина не превышает 0,93 м/км.

Шигонская часть долины Усы. Простирается она в юго-вос-

точном направлении и отличается от других частей долины как прямолинейностью, т. е. планом, так и поперечным профилем. Для последнего характерны почти симметричные склоны, высотою 150—180 м, более высокие по левой стороне и плоское днище, шириною 2—3,5 км. Такой характер профиля сохраняется на всём 35-километровом протяжении отрезка, но за его пределами нигде не наблюдается. Площадь поперечного сечения равна 1,47 км, т. е. вдвое превышает площадь сечения долины Волги в районе Жигулёвских Ворот, включая переуглублённую часть, заполненную неогеновыми и четвертичными отложениями.

Равнинность плоского днища, сильно заболоченного, нарушается четырьмя обширными конусами выноса, размером до 3—4 км каждый, и несколькими конусами меньшей величины. Эти возвышения, выдвинувшиеся от подошвы склона местами больше чем на 2 км, заставили реку образовать ряд значительных излучин. Однако последние почти не выходят за пределы аллювиальных отложений и не нарушают прямолинейность долины. Относительное падение Усы на этом участке изменяется в небольших пределах — от 0,93 м/км до 0,64 м/км — в связи с чем она образовала здесь сеть рукавов и протоков.

Муранская часть долины Усы. Эта часть долины проложена на местности менее приподнятой и более ровной, чем рассмотренные выше. В плане она характеризуется наличием двух основных направлений, а именно: первые 10 км идёт на ю.-в., затем сравнительно круто поворачивает на восток и придерживается этого направления на остальном протяжении — до меридионального участка. Левобережье Усы здесь образует полого спускающаяся к ней невысокая Усольско-Комаровская равнина, сложенная с поверхности четвертичными отложениями; неширокое правобережье расположено по северному склону волго-усинского водораздельного поднятия. Вследствие значительно большей крутизны правого склона по сравнению с левым поперечный профиль данной части долины оказывается настолько асимметричным, что в этом отношении она отличается не только от шигонской, но даже и от елшанской части. Относительное падение реки на протяжении всего отрезка 0,35 м/км, что составляет половину соответствующей величины в шигонской части долины.

Меридиональная часть долины Усы. План её своеобразен в том отношении, что наибольшую ширину она имеет в верхнем конце; после значительного сужения в средней части она вторично, но не так сильно, расширяется в районе с. Услады, а перед выходом в долину Волги, при пересечении оси дислокации, снова суживается. В том же направлении, т. е. вниз по течению, возрастает высота склонов, особенно правого; увеличивается крутизна последнего, и при подходе к Волге он заканчивается почти отвесной стеной Усинского кургана. Благодаря этому поперечный профиль меридионального отрезка усинской долины оказывается более асимметричным, чем профили других её частей.

Из приведённой краткой морфологической характеристики четырёх отрезков долины Усы видно, что каждый из них имеет свои особенности. Такой вывод расходится с указанием Г. В. Обедиентовой (1953) о том, что «...морфология долины Усы... на всём протяжении от верховьев до устья остаётся одинаковой». Однако эти выводы не исключают друг друга, так как Обедиентова имеет в виду только более молодую часть долины — пойму и надпойменную террасу, а в настоящей статье речь идёт о поперечном профиле во всю глубину долины — от русла до верхнего края склонов (о бровке говорить не приходится, так как её почти нигде нет).

Указанные геоморфологические различия между отрезками долины могли быть вызваны только неодинаковыми условиями их развития, т. е. различиями в геологическом строении и геологическом прошлом соответствующих участков территории. Поэтому следует считать, что долина Усы состоит из четырёх генетически различных отрезков, из которых наиболее своеобразным является шигонский, так как признаки, отмеченные в его плане и поперечном профиле в качестве характерных, присущи только ему и не наблюдаются ни на одном из других участков долины.

Условия формирования гидрографической сети на территории усинского бассейна

На любом участке суши гидрографическая сеть начинает формироваться со времени установления континентального режима, поэтому вопрос о происхождении какой-либо реки (не ручья) должен рассматриваться с учётом того, в какой обстановке и когда морской режим на соответствующей территории сменялся континентальным, и какие тектонические изменения происходили там после смены режима. Под «обстановкой» в данном случае понимается совокупность следующих явлений: а) положение береговой линии перед началом регрессии, б) направление регрессии, в) рельеф некоторой части суши, прилегавшей к морю до регрессии, г) рельеф дна, поднимавшегося из-под уровня моря и становившегося «молодой» сушей.

Северная часть Среднего Поволжья последний раз покрывалась морем в палеогене, когда оно трансгрессировало с юга и проникало на эту территорию в виде обширного залива, доходившего до широты устья Камы, а по некоторым данным — севернее его. Вершина этого залива, который можно назвать Средне-Волжским, находилась, судя по палеогеографическим картам, приблизительно на долготе волго-свияжского междуречья (Н. М. Страхов, 1947), или несколько западнее (Н. С. Шатский, 1945). Это море окончательно регрессировало на юг во второй половине палеогена, в связи с чем континентальный режим в бассейне Усы установился в палеоцене (Е. В. Милановский, 1940), но возможно, что в начале олигоцена (Н. С. Моро-

зов 1951). Впоследствии только некоторые мелкие заливы акчагыльского моря проникали в восточную часть усинского бассейна, а вдоль северного крыла Жигулёвской дислокации далеко на ю-з. вдавался узкий залив, приуроченный к Жигулёвской синклинальной впадине.

Тектонические движения, происходившие в пределах Жигулёвского купола в течение почти всего палеогена и в миоцене, привели к образованию Жигулёвских и Борлинских поднятий и Ставропольской депрессии и этим вызвали резкое изменение орографии интересующей нас территории, в связи с чем изменилась и структура гидрографической сети. Сущность этих изменений и их влияние на формирование современной гидрографической сети рассматриваются несколько ниже.

Надо полагать, что прогиб, по которому Средне-Волжский залив распространился на север, продолжался в том же направлении и на суше, выше береговой линии. С востока он ограничивался Вятским валом, образованием триасового периода. О западной границе прогиба нельзя говорить так определённо, но, учитывая очертание водораздельного пространства между рр. Б. и М. Кокшагой, можно предполагать, что в основании его имеется меридиональное поднятие, в состав которого входит известная в литературе Водолеевская структура (Б. В. Селивановский, 1952). Если последнее предположение не подтвердится геологическими данными, то этим не будет отрицаться возможность существования указанного понижения на суше, тальвег которого служил коллектором для стока воды с определённой территории. На этом понижении могла — вернее, должна была — образоваться река, стекавшая в морской залив.

Дальнейшее развитие этой реки шло в соответствии со следующей схемой. Реки, падающие в море во время его наибольшего распространения, при регрессии продвигаются за ним и разрабатывают долины на молодой суше. Померe удлинения рек их направление изменяется и усложняется вследствие разнообразия геологических условий на их пути и под воздействием физикогеографических факторов. Поэтому при продвижении за отступающим морем часть малых рек, большинство которых принадлежит к числу возникших на молодой суше, постепенно включается в системы более крупных и утрачивает свою самостоятельность. Другие сохраняют её в течение более продолжительного времени и достигают значительных размеров. В работе автора «Происхождение реки Свияги» (1956-б) отмечается, что река, вытекавшая из района, расположенного западнее Вятского вала, относилась к числу последних. В конце палеогена она пересекала территорию современного бассейна Усы в юго-восточном направлении и впадала в пра-Каму южнее Самарской луки. Это была пра-Свияга, остатком долины которой является, как видно из указанной статьи, шигонская часть долины

Усы, в дальнейшем именуемая, для краткости, Шигонской долиной.

Выше указывалось, что на этом месте эрозионная долина была проложена ещё до палеогеновой трансгрессии, вследствие чего следует считать, что данный участок долины пелеогеновой пра-Свияги был приурочен к долине верхнемеловой реки, текшей в том же направлении, которую можно называть прапра-Свиягой.

Итак, по Шигонской долине, находящейся в центральной части усинского бассейна, после регрессии пелеогенового моря протекала пра-Свияга, являвшаяся главной рекой этой территории. В пра-Каму она впадала в современном Заволжье, вероятно на несколько десятков километров к юго-востоку от сызранского железнодорожного моста через Волгу. Основательность такого предположения подтверждается схемой распространения акчагыльского моря в районе Самарской луки, данной Г. В. Обедиентовой (1951), на которой показан узкий морской залив, врезавшийся с ю.-в. по направлению к ж.-д. мосту километров на 30. Возможно, что этот залив занимал предустьевую часть пра-свияжской долины, раньше оставленную рекой вследствие отклонения её нижнего течения на восток. О причине такого отклонения говорится в соответствующем месте несколько ниже.

«Нам кажется,— говорит Обедиентова (1953),— что подъём Самарской луки начался ещё в саратовское время и продолжался до конца палеогена, а также имел место и в неогене. Восточная часть вышла из-под уровня моря раньше, западная позднее. Наибольшей интенсивности тектонические движения достигли на границе палеогена и неогена... Жигулёвская плакантиклиналь не представляет собой правильного простого перегиба типа первичной складки. Она осложнена наличием вторичных нарушений в виде куполов, расположенных рядами... Наиболее ярко выражена линия подобных нарушений на оси дислокации, которая... образует ряд куполовидных вздутий, разделённых пологими прогибами». Следовательно над поверхностью регрессировавшего моря сначала должны были показаться куполовидные вздутия, образовавшие редкую цепь вытянутых островов. В то время, когда береговая линия проходила по осевой зоне дислокации, участки этих вздутий выступали в море в виде широких полуостровов, а между ними располагались заливы, приуроченные к прогибам. Пра-Свияга, встретив на своём пути воздымавшееся Губинское поднятие, обогнула его с востока и прокладывала себе путь по южному крылу Жигулёвской дислокации, в направлении его падения на ю.-в. Можно предполагать, что здесь, как и в Шигонской долине, она унаследовала долину прапра-Свияги, так как со времени существования последней почти до конца палеогена орография этого района почти не подвергалась существенным изменениям. Но следов прапра-Свияжской долины здесь не могло сохраниться, так как отложения меловой системы,

в которые она была врезана, «повидимому, были смыты в течение третичного и четвертичного периодов» (Обедиентова, 1953). Такая же участь постигла и более молодую долину пра-Свияги.

Южно-Жигулёвская тектоническая линия, как вторичная структура в тектонике Жигулёвского купола, формировалась, вероятно, несколько позже, чем осевая зона дислокации — возможно, что в период наиболее интенсивных тектонических движений, т. е. на границе палеогена и неогена. А так как континентальный режим в западной части Самарской луки установился, по-видимому, не позднее эоцена, то надо считать, что южно-жигулёвские поднятия не могли мешать пра-Свияге в донеогеновое время разрабатывать долину и южнее.

К тому же периоду интенсивных тектонических движений относится и образование Борлинской дислокации, где воздымание происходило настолько быстро, что пра-Свияга не смогла проложить антецедентную долину через возникающее поднятие и была разорвана на две части (Бочаров, 1956-а и б). При этом её верхний отрезок был подпружен и лишон стока на юг, а затем стал основой для образования новой реки — Свияги.

Нижний отрезок пра-Свияги продолжал течь в прежнем направлении, превратившись в незначительную, маловодную реку, так как в Шигонскую долину теперь вода собиралась с площади десятки раз меньшей, чем до разрыва пра-Свияги. Эта река впоследствии развилась в современную Усу, в виду чего её надо называть пра-Усой.

Верховьем пра-Усы стал, вероятно, тот правый приток пра-Свияги, который впадал в неё в северном конце Шигонской долины, и из которого впоследствии образовался, путём вершинного роста, верхний, елшанский отрезок Усы. Такое предположение основывается на том, что нижний конец долины этого отрезка реки морфологически, особенно характером днища, сходен с Шигонской долиной.

«На участке между г. Сызранью и с. Печёрским Южно-Жигулёвская тектоническая линия рассматривается как структурный «нос» почти широтного простирания» (Обедиентова, 1953), выступающий на восток. С возникновением этого «носа» и его удлинением пра-Уса должна была отклоняться на восток и со временем стала течь в широтном направлении вдоль северного склона формировавшегося поднятия. При таком смещении реки положение её устья могло оставаться неизменным, но тогда около указанной структуры должна была образоваться пра-усинская лука, вершина которой настолько приблизилась к пра-Каме, что только узкий перешеек разделял эти реки. Такое положение могло иметь место в районе с. Переволок. В такой обстановке местные воды сравнительно легко могли перепилить перешеек, а пра-Уса, воспользовавшись образовавшимся понижением, пошла по-новому руслу и стала впадать в пра-Каму в этом районе.

Со временем дифференцированные тектонические движения

различных знаков, возможно, настолько изменили орографическую обстановку в районе пересечения Самарской луки пра-Камой, что последняя должна была отступить на север, за пределы Жигулёвской возвышенности, и вдоль её северного края направиться на восток. Пра-Уса, не отрываясь от пра-Камы, текла по оставляемой ею долине на север, навстречу падению пластов, и вышла к подножию Жигулей. Таким путём в неогене — вероятно в первой половине миоцена — образовался меридиональный участок Усы.

Некоторые замечания по поводу высказываний Г. В. Обедиентовой о геологическом прошлом Усы

Изложенная концепция происхождения реки Усы в корне отличается от представлений Г. В. Обедиентовой (1953) о времени, способе и условиях образования этой реки. Не ставя себе задачей всесторонний анализ этих представлений остановлюсь только на некоторых вопросах, в трактовке которых у авторов имеются существенные расхождения [1].

Уса развивалась не путём вершинной (регрессивной) эрозии. Нельзя согласиться с тем, что «как всякая водная артерия, Уса развивалась путём регрессивной эрозии». Во-первых, представление о решающей роли регрессивной эрозии в развитии **всякой** реки становится явно ошибочным, если поставить вопрос о его применимости к рекам, пересекающим обширные пустыни (Аму-Дарья, Сыр-Дарья, Нил и др.), рекам аллювиальных равнин (Рион, По и др.), к Волге, большим рекам Сибири и многим другим, водосборная площадь которых равняется не обязательно миллионам квадратных километров, а лишь десяткам тысяч, и даже меньше. Объём статьи не позволяет вдаваться в объяснение того, почему в данном случае говорится о водосборной площади, а не о длине реки; к содержанию же данной темы это не имеет прямого отношения.

Во-вторых, часть усинского бассейна, расположенная на южном крыле Жигулёвской дислокации, до появления Усы имела какую-то гидрографическую сеть, которая под воздействием этой реки должна была перестроиться и принять современный вид. Поэтому утверждение о развитии Усы путём регрессивной эрозии станет обоснованным только в том случае, если будут указаны: а — схема послеледниковой гидрографической сети, которую перестроила Уса; б — места речных перехватов, которые должны были происходить при вершинном росте реки; в — условия, благодаря которым Уса стала главной рекой данного района. В связи со сказанным надо отметить, что относительно пе-

[1] В этой части статьи речь идёт о работе Г. В. Обедиентовой, опубликованной в 1953 г., в связи с чем при ссылках на неё указывается не год издания, а страница книги.

рехватов Г. В. Обедиентова даёт два взаимно исключающих указания. Первое: «Верхний отрезок Усы, выше впадения р. Муранки, возможно, существовал как левый приток древней широтной реки» (90), основывающееся на признании перехвата Сев. Жигулёвского потока Усой. Второе: «на всём протяжении (долины Усы, Н. Б.) нет следов перехвата или расчленения» (159).

Признание различных способов образования Усы привело авторов концепций к очень большому расхождению в определении её возраста. Обедиентова считает (230), что «Уса возникла во время спада хвалынского моря», а её долина «является молодым, послехвалынским образованием» (229); по представлению Бочарова она формировалась в миоцене — вероятно в среднем или даже в нижнем. Следовательно, в абсолютном времяисчислении возраст Усы надо считать равным в первом случае 15—20 тысячам лет, во втором — 15—20 миллионам лет.

Г. В. Обедиентова, сказав определённо, к какому времени она относит возникновение Усы, даёт разноречивые указания о месте её зарождения. Так, на стр. 159, где речь идёт об Усольско-Комаровской равнине, сказано: «в понижении между основной и южной тектоническими линиями и зародилась Уса», а на стр. 161 — «возникла она на опускающемся в четвертичное время участке берега Волги».

Северо-Жигулёвский поток. Обедиентова отмечает (85), что в доакчагыльское время, в миоцене или в начале плиоцена, северный склон жигулёвского поднятия подвергался интенсивному размыву в связи с особенно низким положением базиса эрозии. «Основной поток направлялся с ю.-з. на с.-в. вдоль опущенного крыла дислокации, т. е. в направлении увеличивавшегося его прогиба. Бурением охвачено в основном приподнятое крыло дислокации. Поэтому мы не знаем истинную глубину древней долины, проходившей вдоль края Жигулей, которую мы назовём Северо-Жигулёвской. Отдельные скважины, прошедшие эту долину, отражают строение или её крутого правого склона, или устьевых частей правых притоков. **Наиболее глубокая часть долины и её левый склон неизвестны».** (Подчеркнуто мной, Н. Б.). Из двух последних фраз цитаты видно, что нет буровых данных, позволяющих судить о характере поперечного профиля предполагаемой эрозионной долины, проходившей из района, расположенного западнее среднего течения р. Крымзы и г. Сызрани, к Жигулёвским Воротам.

Условия образования континентальных отложений в этой долине и их характер. Г. В. Обедиентова описывает так: «В конце миоцена или в начале плиоцена в восточной части Русской платформы начались опускания... Быстро текущие потоки сменились спокойными, медленно текущими водами, которые местами превратились в озёрные бассейны... Пресноводные отложения этой эпохи... имеют различную мощность и состав. В до-

лине Северо-Жигулёвского потока преобладают коричневые и бурые, реже серые глины, являющиеся отложениями стоячих и слабо текучих вод. Мощность их различна. По склонам долины глины постепенно выклиниваются и заменяются бесструктурными суглинками, имеющими, несомненно, делювиальный характер» (103).

В приведенном описании ничего не сказано о наличии типичных речных отложений, и в то же время отмечается преобладание отложений «стоячих и слабо текучих вод», появление которых объясняется тектоническим погружением территории. Однако такие водоемы могли образоваться и благодаря деятельности экзогенных рельефообразующих факторов, при неизменной тектонике.

Северный край западной части жигулевского поднятия (западнее с. Усолья) в доакчагыльское время эродировался, надо полагать, временными потоками, а не реками, так как грунтовое питание последних было почти невозможным вследствие встречного падения пластов. Временные потоки намывали в Жигулёвской синклинальной впадине обширные конусы выноса, которые со временем образовали широкий «пролювиальный шлейф». На неровной поверхности последнего могла образоваться система озёр и протоков между ними, или изолированные системы таких водоёмов, расположенные вдоль крутого крыла дислокации. Так как глубина впадин, даже взаимно связанных в геоморфологически единую систему, могла быть неодинаковой, то мощность образовавшихся в них отложений должна быть различной.

Указание на выклинивание глин по склонам долины, т. е. в направлении, перпендикулярном её тальвегу, вызывает вопрос: могли ли **отдельные** скважины дать достаточно материала для такого заключения, и нет ли выклинивания глин в других направлениях, в частности — параллельно оси дислокации?

Г. В. Обедиентова ничего не говорит о послеакчагыльских третичных и четвертичных отложениях потока, существовавшего, по её представлениям, и в голоцене, до перехвата его Усой в районе Губинских высот. Если таковых не обнаружено на участке между селениями Муранкой и Усольем, то едва ли можно говорить о существовании Северо-Жигулёвского потока в четвертичном периоде и о перехвате его Усой.

Следует отметить, что для указанного перехвата не было необходимых физикогеографических условий. Но если бы он и имел место, то не раньше средины голоцена, так как для регрессивного продвижения Усы до с. Муранки, на протяжении 60 км, в обстановке нормальной эрозии потребовалось бы несколько тысячелетий — возможно, не меньше десяти.

Между с. Усольем, расположенным на р. Усолке, текущей в Волгу, и с. Карловкой, находящейся в бассейне Муранки, притока Усы, находится меридиональный водораздел, возвы-

шающийся над уровнем Волги на 100 м. Он должен пересекать Сев. Жигулёвскую долину, признаки которой в этом районе не могли исчезнуть в течение второй половины голоцена. Отсутствие же таковых даёт право сомневаться в существовании здесь потока в послеледниковое время. Тогда возникает вопрос: куда в то время направлялся сток той части усинского бассейна, которая расположена севернее Жигулёвской дислокации и составляет $^7/_8$ его площади?

К вопросу о Сев.-Жигулёвской долине непосредственное отношение имеет следующее указание Сазонова (1951): «С севера жигулёвская складка ограничивается синклиналью... Ширина её небольшая. У с. Усолья уже в трёх километрах от оси складки имеется пологий подъём слоёв к северу». Поэтому можно предположить, что третичные континентальные отложения, имеющиеся перед северным склоном жигулёвской дислокации, приурочены к неширокому «предгорному» прогибу, и могут служить доказательством существования древней эрозионной долины в том случае, если у них будут обнаружены хорошо выраженные признаки речных отложений, к тому же указывающие направление потока, в котором они образовались.

Итак, утверждение Г. В. Обедиентовой о существовании Сев.-Жигулёвского потока нельзя считать безусловно доказанным имеющимися геологическими данными; в то же, время против него имеются возражения геоморфологического порядка.

Неогеновая эрозионная долина на месте меридионального участка долины Усы. Палеозойские породы, в которые врезан этот участок долины, на Переволокском перешейке Волго-Усинского водораздела покрыты среднеюрскими отложениями незначительной мощности; более молодые морские отложения здесь отсутствуют. Но так как условия седиментации в юрское время, надо полагать, были одинаковы как в восточной части Самарской луки, так и в районе перешейка, то можно считать, что на последнем имелись и верхнеюрские отложения, мощностью не менее 100 м, а также меловые и палеогеновые толщи не меньшей мощности. Поэтому есть основание предполагать, что разрабатывавшаяся здесь в конце палеогена и в начале миоцена долина пра-Камы могла не достигнуть постели послепалеозойских отложений. Впоследствии эти толщи были почти до основания смыты, а вместе с ними уничтожены и всякие признаки древней долины.

Однако отсутствие признака — после исчезновения той обстановки, в которой он мог находиться — не служит доказательством того, что данного признака не было. Поэтому, если в фактическом материале по району Переволок нет данных о существовании в прошлом эрозионной долины на этом месте, то это не мешает путём логических построений, учитывающих фактический материал по смежной территории, притти к выводу не только о возможности, но, пожалуй, о неизбежности образо-

вания в соответствующий момент такой долины. Действительно, куда, как не на юг, могла уходить река, разрабатывавшая в неогене глубокую долину в районе с. Услады? О направлении на восток говорить не приходится. Течь на запад она тоже не могла, так как на территории Усольско-Комаровской равнины в неогене имелось меридионально простиравшееся Карлово-Сытовское поднятие, с которым был связан водораздел, проходивший от Усольско-Берёзовского поднятия к Южно-Жигулёвской тектонической зоне (103, схема).

Предположение о существовании неогеновой долины южнее с. Услады не опровергается и указанием Обедиентовой на то, что «от устья Усы до района Волго-Усинского (Переволокского) водораздела переуглубления её долины не обнаружено, неогеновые отложения здесь отсутствуют, а речной аллювий лежит на палеозойских породах». Не опровергается потому, что отсутствие здесь неогеновых отложений является, очевидно, результатом последующего размыва, так как отложения того времени обнаружены севернее Переволокского водораздела в оврагах, впадающих в Усу справа.

Геологическое прошлое предустьевого участка Усы и её долины рисуется Г. В. Обедиентовой в таком виде. В тектонической ложбине, окаймляющей южное крыло Усольско-Берёзовской структуры, донеогеновый (?Н. Б) поток направлялся к востоку, в понижение между Яблоновой и Берёзовской структурами; затем, пройдя по этому понижению на север, он вливался в Северно-Жигулёвский поток. В меридиональной части долины этого потока, который можно назвать Южно-Берёзовским, залегает толща неогена, мощностью свыше 100 м; постель этих отложений имеет следующие отметки: минус 116,65 м в южном конце и минус 160 м в его устье.

Из этого описания, составленного почти в выражениях его автора, следует, что древняя долина, огибавшая Усольско-Берёзовское поднятие с ю.-в. и в., при повороте на север в районе с. Услады имела глубину не менее 200 м, а в устье — более 260 м (считая от постели неогена до бровки современного берега). Едва ли можно согласиться с тем, что такую глубокую долину разработала речка, начинавшаяся в 6—7 км от Услады и приносившая сюда воду с площади в 12—15 км^2.

Из приведённого описания следует, что древний Южно-Берёзовский поток пересекал ось дислокации в том же направлении, как современная Уса. А на схематическом разрезе через древнюю долину (160) показано такое расположение правых и левых берегов этих рек, которое говорит за то, что древняя река в районе с. Услады текла в направлении, противоположном усинскому, т. е. **на юг**.

Чем вызвано такое явное расхождение между содержанием текста и рисунка? Возможно, что на последнем есть опечатка, которая была допущена в статье (1951) и, оставшись незаме-

ченной, перешла в капитальный труд (1953). В связи с таким недоразумением уместно поставить вопрос о том, прослежена ли постель неогена в верхней, широтной части долины Южно-Берёзовского потока, т. е. на запад от района Услады, так как в работе Г. В. Обедиентовой таких данных нет.

Моё предположение о пра-камской неогеновой долине, пересекавшей Самарскую луку у западного края Жигулевской возвышенности, противоречит утверждению Г. В. Обедиентовой о том, что «в третичное время не существовал, как и никогда позже, проток Волги через западную часть Самарской луки» (162). Это утверждение основано на двух положениях, заключающихся в следующих словах: «размыв, создавший русло Пра-Волги, переуглублённое по сравнению с современным базисом эрозии более чем на 300 м, произошол раньше акчагыльской трансгрессии. Следовательно уже в начале неогена на месте Жигулёвских Ворот проходила водная артерия, которую мы будем называть древней Волгой или Пра-Волгой... Это пересечение Жигулёвского массива акчагыльской водной артерией в районе Жигулевских Ворот было единственным, так как фактический материал отрицает наличие древнего русла в западной части Самарской Луки... Ни в западной, ни в центральной частях Самарской Луки древних долин, пересекающих весь массив с севера на юг, не наблюдается» (95—96). Из этой цитаты выделяю только-что указанные положения: 1 — уже в начале неогена на месте Жигулёвских Ворот проходила водная артерия, 2 — фактический материал отрицает наличие древнего русла в западной части Самарской Луки.

Учитывая то, что от начала неогена до акчагыльского века прошло, приблизительно, 20 миллионов лет, можно против указанных положений возразить следующее. Во-первых, нельзя утверждать, что доакчагыльский размыв происходил в начале неогена; во-вторых, указанный отрезок времени был настолько продолжителен, что в течение его Пра-Волга (пра-Кама) могла разработать две долины: сначала в центральной, затем в восточной части луки. Поэтому отрицать существование западной долины, допустим, в сарматское время возможно лишь в том случае, если будет доказано, что в Жигулёвских Воротах имеются нижнемиоценовые отложения. Что же касается фактического материала, то следует, по-видимому, считать, что он не отрицает мое предположение о неогеновой долине пра-Кама, а только не подтверждает его.

ЛИТЕРАТУРА.

Бочаров Н. А. Из истории образования долины Волги от Унжи до Камы и формирования волжской речной системы. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1956 (а), № 6.

Бочаров Н. А. Происхождение реки Свияги. Уч. зап. Ульян. пед. ин-та, вып. 9, 1956 (б).

Лобов В. А. Южно-Жигулёвская дислокация. Док. АН СССР, 1950, т. 72, № 1.

Милановский Е. В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. 1940.

Морозов Н. С. Заметка об эоценовых и олигоценовых отложениях в Ульяновском Поволжье. Уч. зап. Сарат. ун-та, т. 28, вып. геологич., 1951.

Ноинский М. Э. Самарская Лука. Тр. Об-ва естест. при Казан. ун-те, т. 45, вып. 4—6, 1913.

Обедиентова Г. В. Происхождение современного рельефа Самарской Луки. Пробл. физ. геогр., т. 17, 1951.

Обедиентова Г. В. Происхождение Жигулёвской возвышенности и развитие её рельефа. Тр. ин-та географии АН СССР, вып. 53, 1953.

Павлов А. П. Самарская Лука и Жигули. Тр. Геол. ком., т. 2, № 5, 1887.

Пермяков Е. Н. К познанию геологической истории района Жигулёвского купола. Бюл. Мос. об-ва испыт. природы, Отд. геол., 1935, т. 13, в. 4.

Пермяков Е. Н. Геологическая история р. Волги у Жигулей и её значение для строительства проектируемой Куйбышевской ГЭС. Тр. геол. ин-та АН СССР, т. 7, 1938.

Сазонов Н. Т. Тектоническое строение Жигулёвской и Борлинской зон дислокаций. Тр. Мос. фил. ВНИГРИ, вып. 2, 1951.

Селивановский Б. В. О геоморфологическом выражении тектонических форм в центральной части Волжско-Камского края. Уч. зап. Казан. ун-та, т. 112, кн. 8, Геология, в. 20, 1952.

Страхов Н. М. Основы исторической геологии, 1948.

Шатский Н. С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. 1945.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

Ю. М. АБСАЛЯМОВ

К ВОПРОСУ О ГИДРОГЕОЛОГИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ГОРЫ

1. Геологические и геоморфологические условия.

Ульяновская гора, на вершине и склонах которой расположен город Ульяновск, представляет много интересного как в геологическом, так и в гидрогеологическом отношении. Город расположен одновременно на двух реках — Волге и Свияге, текущих рядом, но на разных уровнях и в противоположных направлениях. В южной части горы, где обе реки сближаются более всего, уровень р. Свияги превышает на 40 м наибольший уровень Волги при полном наполнении водохранилища.

В геоморфологическом отношении Ульяновская гора представляет собой водораздельное плато между реками Волгой и Свиягой.

Наиболее высокая и широкая часть плато расположена в северной части — на высоте до 160 м. над уровнем водохранилища. По направлению к югу плато постепенно понижается, одновременно уменьшаясь по ширине, и в районе Киндяковки превращается в узкую площадку, где имеется наибольшее понижение (пережим) водораздела — до 60 м над уровнем водохранилища.

Поверхность водораздельного плато, имея ряд понижений и повышений, в целом имеет резко асимметричную форму: она круто обрывается к Волге и большей своей частью полого спускается к р. Свияге.

Ульяновская гора прорезается двумя водотоками: первый из них р. Симбирка, впадающая в Свиягу, располагается на территории города, второй — Соловьев овраг расположен у северной окраины города и впадает также в р. Свиягу.

Волжский склон или Ульяновский косогор, имеет резко выраженную верхнюю бровку, представляющую собой линию оползневого срыва. Бровка извилиста: местами она вдается в плато, образуя циркообразные углубления, местами выступает

в сторону склона, образуя межоползневые гребни. Верхняя часть склона более крутая, нижняя часть — пологая. Весь косогор носит ярко выраженный оползневой характер: рельеф косогора осложнен буграми, западинами, террасовидными уступами, запрокинутыми площадками.

В северной части косогор имеет наибольшую высоту. В южной части горы оползневой склон спускается к долине р. Волги и переходит в надпойменную речную террасу, а там, где эта терраса несохранилась, упирается в пойму. Косогор рассечен оврагами, по дну которых имеются небольшие водостоки.

В геологическом отношении Ульяновская гора имеет сложное строение. Массив горы сложен, главным образом, нижнемеловыми и верхнемеловыми породами, прикрытыми с поверхности четвертичными отложениями.

Нижнюю треть горы образует толща черных готеривских глин с Simdirskites versicolor, Gnoceramus aucella, и другими ископаемыми. Она местами слюдиста, богата кристаллами гипса и крупными черными известковыми септариями. Толщина ее не менее 80 м. Верхняя граница этой толщи лежит на высоте 30 м. над уровнем воды водохранилища. Выходы на поверхность имеются лишь на межоползневых гребнях Волжского косогора.

Выше залегает «белемнитовая толща» баррема мощностью 25 м, состоящая из темносерых песчанистых глин с прослоями зеленых глауконитовых глинистых песков с Belemnites jasykowi Lah и Belemnites brunsvicensis Stromb.

Над «белемнитовой толщей» располагается толща апта, которая в нижней части состоит из серых, плотных глин с колчеданом, в средней части — из песчанистых глин, а в верхней — из слюдистых, бурых пятнистых глин. В середине толщи залегает тонкая плита желтоватой песчано-известковистой породы с раздавленными аммонитами Deshayesites deshayesi Leym, Akoneceras trautscholdi Sinz.

Кроме того, в апте попадаются огромные развернутые аммониты Ancyloceras bowerbanki Sow и другие, заключенные в караваеобразных сидеритово-мергельных конкрециях. Над аптской плитой имеется прослой караваеобразных стяжений железистого известняка диаметром около 1—2 м, которые разбиты системой трещин, заполненных кальцитом и пиритом. Эти конкреции залегают на различных расстояниях друг от друга, а на отдельных участках отсутствуют.

Выше апта лежит альб, который разделяется на две свиты: нижнюю песчаную и верхнюю глинистую с общей мощностью около 30 м. Нижняя свита альба слагается зелеными глауконитовыми песками, в середине сильно глинистыми. Она заканчивается наверху фосфоритовым слоем. Верхняя свита альба состоит из темных фиолетово-серых с желтоватыми пятнами слюдистых глин, содержащих прослои мягких опок.

В северной части Ульяновской горы в стенке свежего оползня верхние альбские глины пересечены почти вертикально стоящими пластами серых слюдистых песчаников, с боков сильно железистых и покрытых корочками гипса. Эти песчаники имеют вид даек, впервые отмеченных проф. Е. В. Милановским. Их происхождение акад. А. П. Павлов связывает с землетрясением третичного периода.

Над альбом лежат верхнемеловые отложения — турон и сантон. Турон представлен белыми известковыми мергелями, в верхней части более сероватыми, кремнистыми, с фауной мелких Jnoceramus labiatus Schloth. В основании турона, на границе с альбом, лежит прослойка мелких черных фосфоритов.

Сантон представлен плитчатыми кремнистыми мергелями и серыми известковистыми опоками с Pteria tenuicostata Roem, залегающими небольшим слоем на самой высокой северной части Ульяновской горы.

Четвертичные образования Ульяновской горы представлены деллювиальными отложениями, одевающими Свияжский и Волжский склоны горы, современными аллювиальными отложениями рек Волги и Свияги, а также древнеаллювиальными образованиями, выполняющими долины рек Симбирки, Каменки, Соловьева оврага.

К древне-аллювиальным образованиям относятся и галечники из окатанных галек опок и грубые слоистые пески и суглинки, покрывающие отмеченый выше пережим водораздела в южной части горы. Под галечниками обнаружена (1927) мощная толща песчано-глинистых отложений, выполняющих огромную корытообразную ложбину, пересекающую Свияжско-Волжский водораздел. Буровые работы выяснили (1930), что дно этой ложбины имеет уклон к Волге.

Особую разновидность четвертичных отложений в районе Ульяновской горы, главным образом, со стороны Волжского склона, представляют оползневые накопления в виде сползших блоков коренных пород и продуктов их разрушения (ручьевые наносы в виде супеси и мелких глинистых песков и деллювиальные суглинки).

Оползневые накопления характеризуются неоднородностью состава и отсутствием закономерности в распространении отдельных листологических разностей, что является следствием условий их образования.

II. Гидрогеологические условия

Подземные воды в районе Ульяновской горы, вследствие специфического геологического строения, представлены многочисленными водоносными горизонтами, часто напорными.

Многочисленность водоносных горизонтов, весьма незначи-

тельных по дебиту, рассеянная водоносность составляют характерную особенность гидрогеологии района Ульяновской горы.

Несмотря на малый дебит, подземные воды в данном районе играют весьма существенную роль в нарушении устойчивости Ульяновского косогора, являясь одним из главных факторов, вызывающих оползни. Поэтому подземные воды горы были изучены многими геологами и организациями достаточно подробно, и изучение их продолжается и в настоящее время.

На основании материалов изысканий и наблюдений, проведенных в районе Ульяновской горы, включая и данные полевых обследований Лентранспроекта, можно указать на наличие здесь водоносных горизонтов: четвертичных отложений, сантонских, альбских и аптских слоев.

1. ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.

Воды современных аллювиальных отложений приурочены к поймам рек Волги, Свияги, Каменки. Их режим тесно связан с режимом рек. Воды аллювиальных отложений Волги приурочены к правобережной пойме в районе протока Чувича. После затопления поймы эти воды слились с водами водохранилища.

Современные аллювиальные отложения р. Свияги распространены преимущественно на левом берегу. На правом берегу, в пределах Ульяновской горы, как правило, они отсутствуют. Современные аллювиальные отложения р. Каменки, правого притока р. Свияги, развиты на обоих берегах. Воды, содержащиеся в них, имеют значение для питания некоторых водоносных горизонтов коренных пород Ульяновской горы. Древне-аллювиальные отложения (гравийные и глинистые пески) распространены, как указано выше, в долине р. Симбирки и на продолжении ее к северу, а также в районе Киндяковки.

Киндяковский галечник содержит постоянный водоносный горизонт, приуроченный к контакту четвертичных отложений с коренными породами, с направлением движения воды в сторону реки Волги. Вследствие низкого залегания, воды этого горизонта какого-либо влияния на обводнение оползневого косогора не оказывают.

Древне-аллювиальные отложения, заполняющие долину реки Симбирки, содержат водоносный горизонт, который имеет весьма существенное значение для питания водоносных горизонтов коренных пород, выходящих на Волжский склон.

Непосредственного выхода на Волжский оползневой склон воды этого горизонта не имеют, так как отделены от него барьером слоистых коренных пород. Они питают водоносные горизонты альба, имеющие выход на оползневой склон. Частично эти воды дренируются рекой Свиягой и самой Симбиркой.

Коэффициент фильтрации для четвертичных отложений по

данным гидроспецпроекта (северная часть города Ульяновска) составляет 3,3 м) сутки.

По химическому составу аллювиальные воды пресные и нейтральные. Источником минерализации этих вод является выщелачивание пород, в которых они находятся и через которые фильтруются. Если аллювиальный горизонт захватывается оползневыми процессами, то минерализация вод такого горизонта увеличивается.

2. САНТОНСКИЙ НЕНАПОРНЫЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ.

Данный горизонт залегает в основании верхне-меловых мергелей, останцы которых сохранились в самых высоких частях водораздельного плато. Ввиду весьма ограниченной области питания, горизонт очень маломощный.

Движение воды направлено по уклону водоупора в сторону от Волжского косогора. Выходы вод этого горизонта в виде родников наблюдаются в верховьях Соловьева оврага.

По данным опытных откачек, произведенных спецгидропроектом (1940), коэффициент фильтрации составляет 1,47 м/сутки.

3. АЛЬБСКИЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ

Альбский водоносный горизонт приурочен к песчаным прослоям, залегающим среди глин. Фактически здесь имеется три водоносных горизонта, имеющих общую область питания. Горизонты являются напорными. По данным откачек, удельный дебит составляет: для первого слоя — 1,44 кбм. сутки, для второго слоя — 1,43 кбм. сутки, для третьего слоя — 0,90 кбм. сутки. Средние коэффициенты имеют значения: для первого слоя К-0,186 м/сутки, для второго слоя К-0,230 м/сутки, для третьего слоя К-0,062 м/сутки. Как видно из приведенных данных, больший коэффициент фильтрации имеет слой 2, состоящий из разнозернистого песка, меньшую фильтрацию показывает слой № 3, содержащий значительную примесь глинистого материала.

Рассматриваемые три горизонта, видимо, не имеют прямого сообщения между собой, о чем свидетельствует разница устанавливающихся уровней в одной и той же скважине.

Областью питания альбских водоносных горизонтов является прежде всего древняя долина р. Симбирки, заполненная рыхлыми водопроницаемыми отложениями. Атмосферные осадки, попадая в четвертичные отложения, проникают далее в песчаные слои альба, обеспечивая постоянное питание водоносных горизонтов.

Питание альбских водоносных горизонтов происходит также на участке севернее города, где песчаные слои альба залегают близко от поверхности и контактируют с четвертичными песчаными отложениями.

Движение вод альбских водоносных горизонтов в северной части города происходит с севера на юг в соответствии с уклоном водоупорных слоев. Далее на юг наблюдается растекание потока и часть его имеет направление к волжскому косогору. В южной части Ульяновской горы альбские водоносные горизонты отсутствуют в связи с размывом альбских отложений.

По химическому составу альбские воды во всех трех слоях тождественны. Это сульфатно-хлоридные-кальции, магниевые воды: кислые — pH от 5,4—5,8. Кислотность объясняется содержанием гумусовых веществ. Обычно альбские воды залегают на небольшой глубине от поверхности и содержат следы NO_2. Воды жесткие. Общая жесткость доходит до 94—123 H°.

Воды агрессивны по отношению к бетону. Средний химический состав альбских вод и среднее содержание водорастворимых веществ приведены в таблице № 1 и 2.

Происхождение катионов и анионов альбских вод, как видно из таблиц, объясняется процессом выщелачивания сильно загипсованных альбских глин.

4. АПТСКИЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ

Аптский водоносный горизонт является наиболее водообильным из всех водоносных горизонтов Ульяновской горы. Он приурочен к слою, сложенному сланцеватыми глинами, содержащими каменистые прослои и конкреции (аптская плита). По данным бурения, вода встречается в различных частях слоя: иногда над верхним каменным прослоем, иногда под ним; в редких случаях совсем отсутствует. Это говорит о сложной циркуляции воды в данном слое, что вызвано различной степенью трещиноватости сланцевых глин и характером залегания каменистых слоев. В некоторых местах каменистая плита отсутствует и замещена сланцеватыми глинами.

Аптский горизонт является напорным. Напор в различных точках меняется по величине, достигая местами до 10 м. Некоторые скважины, по данным гидроспецпроекта, имели самоизлив.

Дебит также является непостоянным. Изменчивость дебита отмечается данными гидроспецпроекта, трансмостпроекта и геолога И. С. Рогозина. Дебит большинства скважин составляет менее 1 кбм в сутки, достигая в отдельных случаях до 20 кбм в сутки. По данным И. С. Рогозина дебит скважин аптского горизонта колеблется от 23 до 2800 л/час. Соответственно меняется и коэффициент фильтрации от 0,023 до 2,8 м/сутки.

Движение воды аптского горизонта имеет направление с севера на юг и юго-запад соответственно уклону водоупорных

Таблица № 1

Средний химический состав альбских вод

Сухой остаток мг/л	Концентрация водородных ионов pH	Общая жесткость H°	Карбон жесткость	CO_2 связан.	В мгр/эквив. на литр: анионы			катионы		
					HCO_3	Cl′	SO_4''	Ca″	Mg″	K + Na
3252,3	5,5	106,07°	6,43°	16,3	0,73	9,18	30,23	28,00	11,49	9,24

Таблица № 2

Водные вытяжки. Среднее содержание водорастворимых веществ в альбских отложениях на 100 гр. сухого грунта

% влажности	Плотный остаток мг/л	Прокл. остаток мг/л	HCO_3 мг/экв.	Cl мг/экв.	SO_4 мг/экв.	Ca″ мг экв.	Mg мг/экв.	Na мг/экв.	Огранич. соедин.	pH	$\frac{Na}{Ca'' + Mg}$	$\frac{SO_4}{HCO_3' + Cl'}$
5,68	118,86	64,56	0,28	0,21	0,61	0,20	0,16	0,99	11,84	6,82	4,18	4,32

Таблица № 3

Средний химический состав аптских вод

Сухой остаток мг/л	Конц. водородных ионов pH	Жесткость общая	Жесткость карбон	CO_2 связанная	мг/экв./л.: анионы			катионы		
					HCO_3'	Cl′	SO_4''	Ca″	Mg″	Na + K
2958,0	7,6	56,91	17,3	190,7—106,0	6,28	4,88	29,16	12,12	7,17	19,29

Таблица № 4

Средний химический состав вытяжек из грунтов аптского яруса

% влажности	Плотный остаток мг/л	HCO_3'' мг/л	HCO_3' мг/л	Cl' мг/л	SO_4'' мг/л	Ca'' мг/л	Mg'' мг/л	Na мг/л	Органич. соедин.	pH	$\frac{Na}{Ca'' + Mg''}$	$\frac{SO_4}{HCO_3' + Cl}$
4,36	324,7	260,3	0,95	0,07	3,11	0,48	0,38	3,48	8,53	7,2	5,2	3,33

Таблица № 5

Средний химический состав вод неокомских отложений

Сухой остаток	Концентр. водородн. ионов pH	Общая жесткость H°	Карбонатная жесткость H	CO_2 связанная	в мг/экв. литр					
					анионы			катионы		
					HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	Na + K
3962,0	7,1	53,32	19,20	253,5	10,69	3,37	38,53	7,69	8,84	36,22

Таблица № 6

Средний химический состав водных вытяжек неокомских отложений

% влажности	Плотный остаток мг/л	Прокал. остатка мг/л	HCO_3 мг/экв.	Cl' мг/экв.	SO_4'' мг/экв.	Ca'' мг/экв.	Mg'' мг/экв.	Na мг/экв.	Органич. соедин.	pH	$\frac{Na}{Ca'' + Mg}$	$\frac{SO_4}{HCO_3 + Cl}$
3,83	358,5	282,2	1,01	0,37	3,36	0,37	0,42	4,38	8,10	7,3	7,4	6,29

слоев. В северной части города воды аптского горизонта на Волжский склон выхода не имеют, так как направлены в сторону от него. Южнее движение воды вдоль всей границы плиты направлено в сторону Волжского косогора, что отмечено многочисленными родниками и колодцами.

В южной части Ульяновского косогора плита размыта. Поэтому воды апта в этом районе смешиваются с водами четвертичных отложений. Аптский водоносный горизонт снова появляется в юго-западной части района.

Средний химический состав вод аптского горизонта характеризуется данными табицы № 3. Как видно из таблицы, минерализация аптских вод колеблется от 1,9 до 6,3 г/л. Воды гидрокарбонатно-сульфатные, натрии-кальцевые, жесткие, щелочность слабая. Происхождение солевого состава аптских вод объясняется процессом выщелачивания из аптских пород, что видно из таблицы № 4 химических анализов водных вытяжек из грунтов аптского яруса.

5. НЕОКОМСКИЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ.

В белемнитовой толще Ульяновской горы имеется несколько мелких водоносных горизонтов, из которых более выдержанным и водообильным является горизонт, приуроченный к песчаному слою.

Данный горизонт является напорным, но мало обильным и в ряде скважин не зафиксирован. Дебит по данным откачек колеблется в пределах 0,13—0,26 кбм. в сутки, коэффициент фильтрации — в пределах 0,011—0,17 м/сутки. В некоторых скважинах после откачки наблюдается резкое падение дебита и длительный срок восстановления горизонта воды, что указывает на слабую водообильность горизонта и плохую водоотдачу.

По химическому составу воды неокомского горизонта гидрокарбонатно-хлоридные, кальций-магниевые или натрий-кальциевые, слабощелочные (рН 7,4—8), жесткость колеблется в значительных пределах (2,7—150°).

Средний химический состав вод неокомского горизонта дан в таблице № 5; а в таблице № 6 дан химический состав водных вытяжек из отложений неокомского яруса.

6. ВОДОНОСНОСТЬ ОПОЛЗНЕВОЙ ТОЛЩИ ВОЛЖСКОГО КОСОГОРА УЛЬЯНОВСКОЙ ГОРЫ

Оползневые накопления Волжского косогора сложены смешенными пачками коренных пород, в той или иной степени разрушенными, а также неоднородной глиной, суглинками и ручьевыми наносами.

Для этих накоплений характерно отсутствие выдержанных водоносных горизонтов. Они питаются водами альбского, апт-

Таблица № 7

Химический состав подземных вод оползневого делювия

	Сухой остаток	pH	Общая жесткость	Карбон. жесткость	CO_2 связ.	мг/экв. л. F''	мг/ион NO_2	мг/ион NO_3'	мг/ион F'''	в мг/эквив. на литр: анионы HCO_3'	Cl'	SO_4''	катионы Ca''	Mg''	$Na + K$
Макс.	8750	—	297,8	48,2	241,3	12,40	следы	—	—	17,23	24,48	109,78	40,43	85,49	65,13
Мин.	2096	—	30,7	0,67	5,7	1,8		—	—	0,60	0,99	10,22	1,77	1,61	0,05
Среднее	—	—	139,43	14,81	97,77	7,1		—	—	9,16	7,76	54,93	25,04	21,41	9,38

ского и неокомского водоносных горизонтов, а также атмосферными осадками, выпадающими на склон.

Вследствие указанного строения и условий питания, воды в оползневой толще встречаются на различных глубинах и в различных количествах и имеют в целом движение в сторону Волги. По опытным откачкам дебит в скважинах колеблется в пределах 0,07—0,8 кбм. в сутки.

Коэфициент фильтрации колеблется в пределах 0,0004—0,08 м/сутк. Ввиду ничтожной фильтрационной способности, оползневые накопления имеют слабую водоотдачу и большую степень насыщения водой. На отдельных участках, лишенных растительности, взрыхленных оползневыми смещениями и покрытых трещинами, грунты Волжского склона насыщены водой до консистенции текучести.

Некоторые участки оползневых накоплений обводняются лишь за счет водоносных горизонтов коренных пород и менее водонасыщены. В общем, различная степень водонасыщенности и различные источники питания водой определяют тип оползневого смещения на Волжском косогоре.

Химический состав вод оползневого делювия представлен в таблице № 7.

III. Заключение

Как видно из вышеизложенного, Ульяновская гора имеет сложное геологическое строение. Основой массивов горы состоит из нижнемеловых и верхнемеловых пород, прикрытых с поверхности четвертичными отложениями. Коренные породы, слагающие этот массив, состоят из чередующихся между собой песчано-глинистых слоев, с различным соотношением песчаного и глинистого материала.

В толще этих пород имеется несколько водоносных горизонтов, из которых наиболее значительными являются:

1. Сантонский:
2. Альбский;
3. Аптский;
4. Неокомский.

Развитые в районе горы четвертичные отложения в виде делювия, древнеаллювиальных толщ и оползневых скоплений имеют также водоносные горизонты.

Подземные воды этих горизонтов в данном районе, играют, прежде всего, весьма существенную геологическую роль: они влияют на устойчивость склонов Ульяновской горы, являясь одним из главных факторов развития оползневых явлений.

Выклиниваясь в различных местах склонов горы в виде родников, воды указанных горизонтов имеют некоторое значение в водоснабжении, в особенности для окраин города.

По химическому составу подземные воды Ульяновской горы могут быть распределены на 4 группы:

1 группа. Воды неокомского горизонта. Гидро-карбонатно-хлоридные, кальции-магниевые или натри-калиевые воды; pH 7,4—7,8; неагрессивные;

2 группа. Воды аптского горизонта. Гидрокарбонатно-сульфатные, натрии-кальциевые воды. Слабо щелочные; pH—7,6—8; неагрессивные;

3 группа. Воды альбского горизонта. Сульфатно-хлоридные, кальций-магневые воды; слабо щелочные; pH-5,4—5,8; агрессивные.

4 группа. Воды аллювиальных отложений. Пресные, нейтральные воды.

Как известно, Ульяновская гора, в особенности со стороны Волжского косогора, является классическим местом развития оползней. Основными причинами оползневой деятельности являются:

а) крутой склон;

б) физико-механические свойства грунта, обуславливающие возможность смещения при изменении степени увлажнения;

в) атмосферные воды, выпадающие на поверхность склона;

г) подземные воды коренной толщи, попадающие на склоны;

д) деятельность реки Волги.

Первые две причины в данных условиях являются неизменяемыми и практически неустранимыми. Поэтому проводимые мероприятия по увеличению устойчивости оползневого склона в Ульяновске ведутся по устранению или ослаблению последних трех причин, активно влияющих на оползневую деятельность склона.

Комплексные противооползневые мероприятия, в соответствии с факторами, влияющими на устойчивость склонов Ульяновской горы, намеченные в частично осуществленные, подразделяются на следующие основные группы:

1. Дренаж подземных вод;

2. Регулирование поверхностного стока;

3. Защита береговой полосы от подмыва водами водохранилища.

Проектирование этих мероприятий, а также их осуществление и правильная эксплуатация возможно только на основе глубокого и всестороннего изучения режима подземных вод Ульяновской горы.

Как показали исследования, влияние подземных вод на развитие оползневой деятельности на склонах Ульяновской горы несомненно значительное, но роль отдельных водоносных горизонтов различна.

Наибольшее значение в отношении активизации оползневых процессов имеет аптский горизонт, который является наиболее водообильным и выходит на оползневой склон на значительном протяжении, увлажняя грунт, вызывая те или иные смещения. Поэтому дренаж аптских вод является главной задачей по борь-

бе с вредным воздействием поздемных вод на развитие оползней.

Влияние альбских водоносных горизонтов слабее, чем аптского горизонта. Выходы альбских горизонтов на склон горы приурочены к верхней его части, где рельеф склона круче и оползневой рельеф имеет незначительную мощность. Поэтому альбские воды обычно выходят на дневную поверхность в виде родников, частично дренируются и далее, попадая в оползневой делювий, обводняют его.

Устранение вредного влияния альбских водоносных горизонтов наиболее целесообразно путем устройства каптажа в местах их выхода на дневную поверхность.

Воды «белемнитовой толщи» неокама приурочены к средней части Волжского склона Ульяновской горы, где имеет место наибольшая возможность смещения земляных масс. Поэтому, несмотря на незначительный дебит, эти воды подлежат перехвату на склонах горы.

Несмотря на наличие значительных сведений по подземным водам, циркулирующим в толще горы, можно заключить, что они изучены еще недостаточно. Хотя по материалам изысканий и наблюдений и отмечается изменчивость дебита водоносных горизонтов, в особенности аптского горизонта, данные о годовом режиме подземных вод почти отсутствуют.

В связи с заполнением Волжского водохранилища и значительным поднятием уровня воды в нем, возникает совершенно новая задача по изучению влияния подпора волжских вод на состояние подземных вод Ульяновской горы, на развитие оползней.

Исходя из вышеизложенного, основными задачами на ближайшее будущее являются:

1. Изучение годового режима поздемных вод отдельных горизонтов как по буровым скважинам, так и по их естественным выходам — родникам;

2. Изучение влияния подпора волжских вод на состояние подземных вод горы;

3. Уточнить количественные и качественные данные по возможному использованию вод некоторых горизонтов в целях водоснабжения.

Материалы этих исследований будут способствовать выбору наиболее рациональных мероприятий по борьбе с оползнями и хозяйственному использованию вод некоторых горизонтов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Оползни среднего и нижнего Поволжья и меры борьбы с ними. Коллектив авторов под редакцией проф. Е. В. Милановского и инж. М. П. Семенова М — Л. 1935.

2. Е. В. Милановский. Очерк геологии среднего и нижнего Поволжья. 1940.

3. Материалы полевых обследований Лентранспроекта в 1945—1946 гг.

МЕТОДИКА

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI *1958 г.*

И. С. ФРОЛОВ, В. Ф. ЛЫСОВ, Г. Н. НОСОВ, В. И. ПОЛИКАРПОВ

ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ в 10-х КЛАССАХ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.

Часть I

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СССР, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

ВВЕДЕНИЕ

В течение двух последних лет сотрудники кафедры физики Ульяновского Пединститута проводят занятия по электротехнике с учащимися 10-х классов базовой средней школы № 1 имени В. И. Ленина г. Ульяновска, а также с учителями г. Ульяновска и Ульяновской области. За это время накоплен некоторый опыт преподавания электротехники в средней школе, который и составляет содержание данной статьи.

Занятия по электротехнике в 1955/56 учебном году мы проводили по старой программе, а в 1956/57 учебном году — по новой программе. Предлагаемый здесь материал соответствует этой новой программе.

На первых уроках по электротехнике, носящих характер школьных лекций, учитель знакомит учащихся с общими вопросами электрификации СССР, с основными электротехническими материалами, с принципом действия, устройством, назначением и работой электроизмерительных приборов, таких как: гальванометр, амперметр, омметр, ваттметр, счетчик электрической энергии, универсальные электроизмерительные приборы, с техникой безопасности при работе с электрическими установками.

После этого в специальном электротехническом кабинете учащиеся выполняли следующие лабораторные работы: шунтирование и градуировка амперметра, расширение пределов измерения вольтметра, проверка ваттметра с помощью вольтметра и

амперметра, градуирование омметра, изучение счетчика однофазного тока.

В 1955/56 учебном году ставилась также работа: разборка и сборка электроизмерительных технических приборов. Однако, практика показала, что эту работу ставить не следует, так как, несмотря на внимательное наблюдение учителя за работой учащихся, приборы после 2—3-х занятий выходят из строя. Для знакомства с устройством приборов лучше сделать макет, разместив на щите под стеклом все детали прибора с соответствующими надписями.

В конце каждого параграфа указано сколько часов отводилось на изучение данной темы, какой материал предназначен для учащихся и какой для учителя.

Другим вопросам программы электротехники для средней школы будет посвящена вторая часть методического руководства.

Настоящая статья предназначена для учителя, который по своему усмотрению может из нее взять то, что считает наиболее полезным. Часть материала статьи выходит за рамки школьного курса электротехники. Его назначение — расширение и углубление знаний учителя по электротехнике.

I. Электрификация СССР

Электрическая энергия обладает рядом преимуществ: она легко превращается в другие виды энергии, свободно трансформируется, передается на большие расстояния почти без потерь, дешевле тепловой энергии, удобнее для использования в промышленности и сельском хозяйстве, способствует концентрации производства. Для ее получения используются различные виды топлива и огромные ресурсы гидроэнергии, восполняемые самой природой.

Уровень развития электроэнергетики, являющейся одной из важнейших отраслей тяжелой промышленности, характеризует технический прогресс и темпы роста промышленного производства.

Указывая на революционизирующее значение электрической энергии, Ленин в 1920 году писал: «Электрификация переродит Россию. Электрификация на почве Советского строя создаст окончательную победу основ коммунизма в нашей стране, основ культурной жизни без эксплуататоров, без капиталистов, без помещиков, без купцов». Роль электрификации в построении коммунизма Ленин определил словами: «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны».

По указаниям Ленина в 1920 году был создан план ГОЭЛРО, первый в мире план развития социалистического хозяйства на базе электрификации страны. В основу плана было положено преимущественное развитие крупной машинной промышленности,

способной реорганизовать все народное хозяйство. Этот план, рассчитанный на 10—15 лет, предусматривал строительство 20 новых тепловых электростанций и 10 гидроэлектростанций общей мощностью в 1,5 млн. квт и реконструкцию действующих электростанций с повышением их мощности на 250 тыс. квт. Общее годовое производство электроэнергии намечалось в 8,8 млрд. квтч.

В 1913 году в России было выработано 1,9 млрд. квтч электроэнергии, а мощность всех электростанций составляла 1 млн. квт.

План ГОЭЛРО в области электрификации был фактически выполнен к началу 1932 года, а к концу 1935 года он был перевыполнен в 3 раза.

В 1940 году в СССР было выработано 48,3 млрд. квтч электроэнергии, т. е. в 25 раз больше чем в 1913 году, когда Россия по производству электроэнергии занимала 15 место в мире. До войны СССР вышел на первое место в Европе и на второе в мире после США по уровню промышленного производства.

К концу пятой пятилетки (1955 г.) в СССР было выработано 170 млрд. квтч электроэнергии, а в 1956 г.— 192 млрд. квтч, в том числе гидроэнергии 29 млрд. квтч. В 1956 г. введены в действие новые мощности на электростанциях более чем на 5 млн. квт.

По уровню производства электроэнергии СССР пока отстает от США. В США в 1956 году было выработано около 700 млрд. квтч электроэнергии. Однако по темпам роста промышленного производства, в том числе и электроэнергетики, СССР значительно опережает все капиталистические страны. Темпы роста электроэнергетики характеризуются следующими данными: один только прирост производства электроэнергии в 1956 году равен почти половине всей выработки электроэнергии в 1940 г. и он превышает производство электроэнергии 1913 года в 11,5 раза. О высоких темпах роста электроэнергии в СССР говорят и такие факты. На одного человека в год в дореволюционной России приходилось электроэнергии 8 квтч, в 1950 году — более 450 квтч, а в 1956 году — около 1 000 квтч.

В 1957 году в нашей стране будет выработана 211,2 млрд. квтч электроэнергии, в том числе на гидроэлектростанциях — 34,6 млрд. квтч, или на 19 процентов больше, чем в 1956 году. В 1957 году предусматривается ввод в действие всех двадцати агрегатов (по 105 тысяч квт каждый) Куйбышевской ГЭС, полная мощность которой достигает 2,1 млн. квт.

Строится большое количество и других мощных тепловых и гидроэлектростанций. Расширяются масштабы и области мирного использования атомной энергии. В нашей стране с 27 июня 1954 года начала работать первая в мире промышленная атомная электростанция мощностью в 5 тыс. квт. Теперь ведется

проектирование и строительство новых мощных атомных электростанций.

Рост производства электроэнергии в СССР показан в таблице № 1.

Таблица № 1

Годы	1913	1925	1928	1932	1937	1940	1950	1955	1956	План	
										1957	1960
Производство электроэнергии в млрд. квтч	1,9	2,9	5,0	13,5	36,4	48,3	91,0	170	192	211,2	320
Мощность электростанций в млн. квт	1	1,375	1,87	4,7	8,1	10,7					

Электроэнергия, выработанная электростанциями, передается на большие расстояния к месту ее потребления при помощи высоковольтных линий электропередачи. Эти же линии позволяют отдельные мощные электростанции большого района объединять в электроэнергосистемы. Объединение электростанций в энергосистемы улучшает использование каждой станции, дает значительную экономию топлива, улучшает развитие и использование производительных сил обслуживаемых районов и отдельных видов энергетических ресурсов, особенно гидроэнергии.

В Советском Союзе построено несколько десятков крупных и средних энергосистем. К наиболее мощным энергосистемам относятся: Центральная, Уральская, Южная, а также энергосистемы в союзных республиках — Азербайджанской, Грузинской, Армянской, Узбекской, Белорусской.

За шестую пятилетку будет создана единая электроэнергосистема европейской части СССР мощностью около 28 млн. квт, объединяющая Куйбышевскую и Сталинградскую гидроэлектростанции с Центральной, Южной и Уральской энергосистемами. Для этой цели в 1956 году построена самая крупная в мире линия электропередачи от Куйбышевской ГЭС до Москвы напряжением 400 тысяч вольт, по которой будет передаваться мощность больше миллиона квт и количество энергии свыше 6 млрд. квтч. Эта линия соединила Куйбышевскую ГЭС с центральной энергосистемой. Началось строительство линий электропередачи напряжением 400 тыс. вольт от Куйбышевской ГЭС до Урала и от Сталинградской ГЭС до Москвы.

Развертываются работы по созданию единой энергосистемы Центральной Сибири от Новосибирска до Иркутска. Объединяются Закавказские энергосистемы.

Дальнейшее развитие электрификации приведет к созданию единой высоковольтной системы на всей территории СССР.

До последнего времени электроэнергия передавалась на большие расстояния трехфазным переменным током при напряжениях 10, 35, 110, 220 тысяч вольт.

Известно, что с увеличением расстояний растет индуктивное сопротивление и уменьшается устойчивость параллельной работы генераторов данной энергосистемы. Оказалось, что рационально передавать электроэнергию при напряжении 220 кв на расстояния до 300—400 км. Чтобы осуществить передачу электроэнергии на расстояние до 1200 км требуется напражение 400 кв. Кроме того необходимо выполнить ряд дополнительных технических мероприятий, снижающих индуктивное сопротивление линии.

Для передачи электроэнергии на расстояния до 2000—2500 км разрабатываются высоковольтные двухпроводные линии на постоянном токе, в которых меньше потери электроэнергии, чем в линиях переменного тока. Линии электропередачи на постоянном токе не требуют синхронной работы электростанций данной энергосистемы, экономят цветные металлы и имеют ряд других преимуществ перед линиями переменного тока. Однако при передаче электроэнергии постоянным током возникают большие трудности, связанные с преобразованием переменного тока в постоянный и наоборот. Линия электропередачи на постоянном токе строится от Сталинградской ГЭС до Донбасса.

Передача электроэнергии на большие расстояния по проводам производится с большим КПД линии, составляющим 88—95%. Например, для линии электропередачи Куйбышев — Москва КПД достигает 92—93%, а потеря энергии в линии составляет около 4%. Себестоимость передачи в Москву 1 квтч равна 2,92 копейки.

Достигнутый уровень производства электроэнергии в стране позволяет обеспечить дальнейшее повышение энерговооруженности промышленности и более широкое применение ее на транспорте, в сельскохозяйственном производстве и для бытовых нужд человека.

Приведенный в этой части статьи материал показывает преимущества нашей социалистической системы перед капиталистической и будет содействовать воспитанию у учащихся чувства долга и любви к своему народу, который под руководством Коммунистической партии и Советского правительства в исторически короткие сроки добился выдающихся успехов в развитии народного хозяйства и культуры, в построении коммунистического общества в нашей стране.

Успешное осуществление ленинского плана электрификации страны решает главную экономическую задачу — догнать и перегнать наиболее развитые капиталистические страны по производству продукции на душу населения.

Рассмотренный выше материал предназначен в основном для

учителя. Учитель в течение одного часа знакомит учащихся с основными вопросами электрификации страны, пользуясь приведенными в статье цифровыми данными. Желательно заранее заготовить на бумаге большого формата таблицу или диаграмму роста производства электроэнергии в СССР.

При изучении этой темы учащиеся кроме своих конспектов (записей) пользуются учебником по физике для 10-х классов.

II. Основные электротехнические материалы и детали

I. Проводниковые материалы

Металлами принято называть твердые ковкие вещества, обладающие кристаллическим строением и имеющие хорошую теплопроводность и электропроводность. К металлам относятся многие из простейших элементов: Cu, Fe, Ni, Al, Cr, Mg и другие и их сплавы.

Медь — ковкий, мягкий металл красноватого цвета, отличающийся исключительно высокой тепло-электропроводностью, благодаря чему медь занимает первое место по применяемости среди проводниковых материалов. Температура плавления 1083° С, удельный вес 8,9 г/см^3. Медь выпускают под марками МО, М1, М2, М3, М4 в зависимости от количества примесей. Медь марок МО, содержащая примеси не более 0,005% и М1+0,1% предназначаются для изготовления проводников тока. Механические свойства меди зависят от способа ее термической обработки. Твердотянутая медь обладает большой прочностью на разрыв, малым удлинением при разрыве и повышенным удельным сопротивлением.

Отожженная медь (мягкая) дает значительное удлинение при разрыве и обладает меньшим удельным сопротивлением.

Из меди изготовляют проволоки, шины, ленты, листовой материал.

Круглая медная проволока выпускается диаметром от 0,03 мм до 12 мм под марками ММ и МТ. Расшифровываются марки так: ММ — медь мягкая, отожженная, МТ — медь твердая, неотожженная.

Основными недостатками меди являются малая механическая прочность, плохое сопротивление истиранию и резкое снижение механической прочности при нагревании выше 100—200° С. Устранение всех этих недостатков достигается путем сплавления меди с рядом других элементов, так например: бронза — сплав меди с оловом, свинцом, марганцом, фосфором, бериллием, кадмием и др. Латунь — сплав меди (60%) цинка (30%), свинца.

Алюминий — мягкий металл серебристого цвета, добывается электролизом из глинозема (бокситов). Температура плавления 660° С, удельный вес 2,7 г/см^3. Алюминий быстро окисляется на воздухе, покрываясь плотной оксидной пленкой, которая хоро-

шо предохраняет его от дальнейшего окисления. Наличие ее на поверхности металла препятствует пайке, сварке и приводит к отсутствию контакта между алюминиевыми проводами.

Выпускается алюминий под марками: А99,7, А99,5, А99,0, А98,0, А96,5. В марке цифра указывает на содержание алюминия в процентах, остальное — примеси.

Марка А99,7 используется для изготовления фольги, а марка А99,5 предназначена для изготовления проводников электрического тока. Алюминиевая проволока, шины и фольга выпускаются в отожженном виде: мягкие под маркой АМ и неотожженные, твердые — под маркой АТ.

Наиболее известные алюминиевые сплавы: дюралюминий и силумин, которые значительно тверже алюминия.

Алюминиевая проволока может быть использована для изготовления заклепок. Алюминиевая фольга применяется при изготовлении бумажных и электролитических конденсаторов.

Листовой дюралюминий применяется для изготовления шасси и различных каркасов, однако при сгибании он дает трещины и ломается. Для предотвращения перелома дюралюминий сгибают, предварительно нагрев его.

Сталь — железо, содержащее от 0,1 до 1,7% углерода. Удельный вес 7,8 г/см^3. Отличается высокой механической прочностью. на разрыв. На влажном воздухе в сильной мере подвержена коррозии. Для предотвращения ржавления поверхности готовых изделий из стали покрываются защитным слоем другого металла: кадмий, цинк, никель, хром.

Свойства стали в значительной степени зависят от содержания в ней углерода. Стальная проволока применяется в качестве проводов трансляционных сетей и местных линий связи.

Ярко выраженные магнитные свойства стали послужили причиной широкого применения различных ее сортов в качестве магнитных материалов.

Сплавы: Манганин — сплав, содержащий в среднем 86% меди, 12% марганца, 2% никеля. Вследствие очень малого температурного коэффициента применяется для изготовления добавочных сопротивлений и шунтов к измерительным приборам.

Константан — сплав из меди (60%), никеля (39%) и около 1% марганца. Применяется для изготовления сопротивлений и реостатов, работающих при температуре до 500° С. Кроме того, применяется для изготовления термопар.

Нихром — сплав, состоящий из 67% никеля, 16% железа, 15% хрома и 1,5% марганца. Применяется для изготовления сопротивлений электронагревательных приборов. Рабочая температура может доходить до 1000° С.

Все перечисленные сплавы с большим удельным сопротивлением выпускаются в виде проволоки (голой и в изоляции) диаметром от 0,03—0,1 мм до 3—4 мм.

2. Изолирующие материалы.

В электротехнике под термином «изолирующие материалы» понимают все непроводники электричества. К изолирующим материалам в зависимости от их применения предъявляют самые разнообразные требования. К числу их относятся сопротивление изоляции вещества, теплостойкость, огнестойкость и др.

Все изолирующие материалы делятся на следующие основные виды:

а) Газообразные — воздух, азот, элегаз, неон, криптон и др.

Воздух служит электроизолирующей средой для линий электропередач и для деталей радиоаппаратуры. Пробивная напряженность 33 кв/см.

Элегаз применяется в производстве газонаполненных высоковольтных конденсаторов, так как он имеет высокую пробивную напряженность, в 2,5 раза превосходящую пробивную напряженность воздуха и азота.

Азот применяется в качестве газовой среды, предохраняющей материал от окисления, в частности его используют в трансформаторах. Для аналогичной цели баллоны радиоламп заполняют аргоном и другими инертными газами.

Для всех газообразных электроизолирующих материалов диэлектрическая постоянная Е=1.

б) Жидкие — масла, получаемые из нефти, растительные масла и различные жидкости, получаемые искусственным путем.

Трансформаторное масло получают в результате перегонки нефти и применяют для заливки трансформаторов, где оно увеличивает электрическую прочность изоляции обмоток и отводит от них тепло к стенкам корпуса. Его также применяют для заливки масляных выключателей. Пробивная напряженность 150 кв/см, Е=2,2.

Касторовое масло добывают из семян растения клещевины, произрастающей на Украине и Северном Кавказе, применяют для пропитки бумажных конденсаторов; Е=4,2.

в) Твердые — воск, парафин, канифоль, резина и др.

Воск применяется для пропитки обмоток и хлопчато-бумажных оплеток в целях придания им влагоустойчивости и стабилизации изоляционных качеств. Температура плавления его около 65° С, Е=2,5.

Пчелиному воску близки по физическим и электрическим качествам озокерит (горный воск), применяемый для пропитки изоляции проводов и для заливки кабельных муфт; парафин, применяемый для пропитки конденсаторной бумаги и для заливки конденсаторов. Парафин является также прекрасным пропиточным материалом для снижения гигроскопичности дерева, фанеры.

Канифоль — продукт переработки смолы хвойных деревьев. Обладает высоким электрическим сопротивлением. Однако низ-

кая механическая прочность и низкая температура размягчения мешают самостоятельному применению канифоли в качестве изолирующего материала. Канифоль широко применяется при пайке, а также в качестве составных изолирующих материалов (компаундов). Растворяется канифоль в скипидаре, спирте, маслах и сероуглероде.

Резина — продукт вулканизации (нагревание с добавлением серы) каучука. Для электрических целей применяются специальная резина (с примесью окиси свинца), не вызывающая коррозии металлов, из нее изготовляется изоляция проводов.

г) Волоксистные — пряжа, ткани, бумага, картон, дерево. Хлопчатобумажную и шелковую пряжу применяют для изоляции проводов и шнура. Из лубяных волокон делают кабельную пряжу, которая идет для внутреннего заполнения кабелей и защиты их покрова. Ткани хлопчатобумажные и шелковые для изоляционных целей пропитываются специальными составами, большей частью лаками. Получаемые таким образом ткани называются лакотканями, они применяются для изоляции обмоток в трансформаторах и других приборах.

Электроизоляционные бумаги и картон преимущественно производят из древесной целлюлозы; применяют в конденсаторах и для изготовления слоистых пластмасс типа гетинакс.

д) Минеральные — слюда, асбест, мрамор, шифер. Слюда добывается в горных породах в виде кристаллов, расщепляется на очень тонкие пластинки, толщиной в несколько тысяч долей миллиметра, которые тем не менее обладают большой гибкостью и упругостью. Применяется для изготовления конденсаторов, деталей радиоламп, для изоляции электронагревательных приборов, работающих при температурах до 1000° С.

Асбест залегает в горной породе, изготовляется в виде шнуров, фитилей и асбестового картона. Огнеупорен, обладает большим сопротивлением изоляции, применяется для изготовления каркасов нагревательных приборов и мощных сопротивлений.

Мрамор — перекристаллизированный известняк, добывают в виде блоков (глыб) различных размеров с поверхности земли. В связи с высокими изоляционными свойствами, простотой шлифовки и красивым внешним видом мраморные плиты, обычно белые, применяются для монтажа распределительных щитов. Теплостойкость мрамора нарушается при температурах выше 100° С.

Шифер — глинистый сланец, применяют для изготовления оснований реостатов, рубильников и предохранителей.

е) Пластические массы — гетинакс, текстолит, асбоцемент, плексиглас, полистирол, карболит.

Гетинакс — слоистый пластический материал, изготовляемый из прессованной бумаги, пропитанной синтетической бакелитовой смолой под давлением 80—120 атмосфер. Гетинакс изготовляется в виде листов и плит толщиной от 0,3 до 80 мм или в

виде труб. Он бывает разных марок. Гетинакс легко обрабатывается механически.

Текстолит — пластмасса, состоящая из многослойной ткани, пропитанной бакелитовой смолой, спресованная под большим давлением при 150° С. Обладает большой механической прочностью и высокими диэлектрическими свойствами. Легко поддается механической обработке.

Асбоцемент — материал, получаемый при прессовании смеси асбестового волокна, цемента и воды.

Плексиглас (органическое стекло) выпускается бесцветным и окрашенным в различные цвета. Легко обрабатывается, полируется, допускает нанесение цифр, гравировку. Теплостойкость — 60° С, после чего размягчается.

Полистирол — прозрачная стекловидная пластмасса. Легко обрабатывается, теплостойкость — 60—80° С.

Карболит — пластмасса, изготовляемая на основе композиций волокнистых порошковых органических веществ, со связывающей смолой.

Все указанные материалы позволяют изготовлять из них изоляционные детали методом прессования или литья под давлением.

ж) Керамикой называются продукты, получаемые путем спекания в процессе обжига из различного минерального сырья.

Электрофарфор получается путем обжига смеси 25% полевого шпата, 25% кварцевого песка, 50% глины при температуре 1320°—1960° С. Из него изготовляют всевозможные изоляторы, применяемые в электротехнике: штыревые, подвесные, опорные и проходные, ролики и т. п.

Пористая керамика, содержащая до 15% пор, применяемая для изготовления оснований реостатов, сопротивлений, электронагревательных приборов, изготовляется из обожженной при 1300° С сырой глины.

Сведения о проводах и кабелях (типы, марки и т. д.) не сообщаем, так как этот материал достаточно подробно изложен в книге Е. Н. Горячкина «Методика преподавания физики в семилетней школе», т. 3.

Материал этого параграфа рассчитан на три часа и распределяется следующим образом: Важнейшие сведения о проводниковых материалах (1 час), общие сведения о проводах, кабелях и изоляционных материалах (2 часа).

III. Общие сведения об электроизмерительных приборах

В этом разделе дается описание общих свойств, принципа действия, устройства и применений электроизмерительных приборов. Метод изложения преимущественно лекционный. Объяснения учителя сопровождаются демонстрацией приборов и других наглядных пособий.

Предметом рассмотрения являются электрические измерительные приборы, предназначенные для измерения тока, напряжения, мощности, энергии, частоты, сдвига фаз, сопротивления и т. д.

Большинство электрических измерительных приборов служит для непосредственного определения числового значения измеряемой величины;— это — приборы непосредственной оценки. Сюда относятся амперметры, вольтметры, омметры, ваттметры и др.

Однако существуют и приборы сравнения, при помощи которых измеряемая величина сравнивается с образцовыми мерами. К таким приборам принадлежат измерительные мосты и компенсаторы (потенциометры, в которых измеряемая ЭДС сравнивается с эталонной).

Качество измерительного прибора характеризуется правильностью, точностью, чувствительностью, ценой деления, пределами шкалы, постоянством.

Часто путают правильность и точность прибора. Между тем это понятия разные.

Правильность прибора определяется степенью приближения показаний прибора к действительному значению измеряемой величины, определяемой с помощью образцовых приборов.

Точность прибора связана с погрешностью измерений: чем меньше погрешность измерений, тем больше точность.

Чувствительность прибора определяется отношением величины перемещения указателя к изменению измеряемой величины, вызвавшему данное перемещение. Например, чувствительность гальванометра по току определяется числом делений шкалы, на которые отклоняется стрелка прибора под действием тока в 1 мка.

Обратная величина чувствительности называется ценой деления прибора. Для гальванометра или амперметра цена деления численно равна току, вызвавшему отклонение стрелки на одно деление шкалы прибора. Например, цена деления в 10^{-3}а/ деление означает, что для отклонения стрелки прибора на одно деление требуется ток 10^{-3} ампера.

Постоянство измерительного прибора определяется тем, как близко совпадают повторные результаты измерений одной и той же величины при одинаковых условиях измерений.

Измерительные приборы непосредственной оценки характеризуются приведенной основной погрешностью, представляющей отношение максимальной абсолютной погрешности прибора к верхнему пределу его шкалы, который называется номинальным показанием прибора. Эта прогрешность, одинаковая для всей шкалы, обычно выражается в процентах. В зависимости от величины этой основной приведенной погрешности, т. е. наибольшей допустимой погрешности, устанавливаются классы точности

электрических измерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Например, вольтметр класса 2,5 с пределом шкалы 150 вольт дает максимальную обсолютную ошибку

$$\Delta U = \pm \frac{2{,}5 \cdot 150}{100} = \pm 3{,}75 \text{в}$$

Относительная погрешность измерений таким прибором равна: 2,5%, если прибор показывает 150 вольт, 3,75% — при показаниях прибора 100 вольт и 7,5% — когда прибор показывает 50 вольт. Следовательно, возможная относительная погрешность измерений растет по мере приближения стрелки к началу шкалы прибора. Поэтому не рекомендуется пользоваться отсчетами, когда стрелка находится вблизи начальной части шкалы. Надо пользоваться такими приборами, когда измеряемая величина составляет около 70% от номинальной. Этому требованию удовлетворяют приборы с несколькими пределами измерений.

По принципу действия электроизмерительные приборы классифицируются по системам: магнитоэлектрическая, электромагнитная, электродинамическая, индукционная, тепловая и др. При объяснении принципа действия каждой системы использовались учебные плакаты и демонстрировались вскрытые учебные и технические измерительные приборы.

Магнитоэлектрическая система основана на взаимодействии магнитного поля катушки, по которой проходит измеряемый ток, с магнитным полем постоянного магнита. Прибор такой системы состоит из постоянного магнита, в магнитном поле которого может поворачиваться катушка. Ток к ней подводится через две спиральные пружинки, которые одновременно служат для создания противодействующего момента. Объясняя устройство и действие прибора, преподаватель указывает на наличие ферромагнитного круглого сердечника, расположенного внутри катушки, между полюсными наконечниками. Подчеркивается, что этот сердечник нужен для усиления магнитного поля и, следовательно, для увеличения чувствительности прибора, а также для получения однородного магнитного поля в кольцевом зазоре (рис. 1), что способствует получению равномерной шкалы прибора.

Рис. 1 чертится учителем на доске, при этом указывается, что при конструировании прибора по схеме 1а магнитное поле между его полюсными наконечниками неоднородно, а на рис. 1б оно радиально в полюсном зазоре и почти однородно в сердечнике.

Необходимость этого разъяснения вызвана тем, что на имеющихся школьных физических плакатах устройство внутреннего ферромагнитного цилиндра прибора недостаточно хорошо видно и мало понятно учащимся.

Затем объясняется устройство и назначение полуосей, пружинок и противовесов подвижной системы.

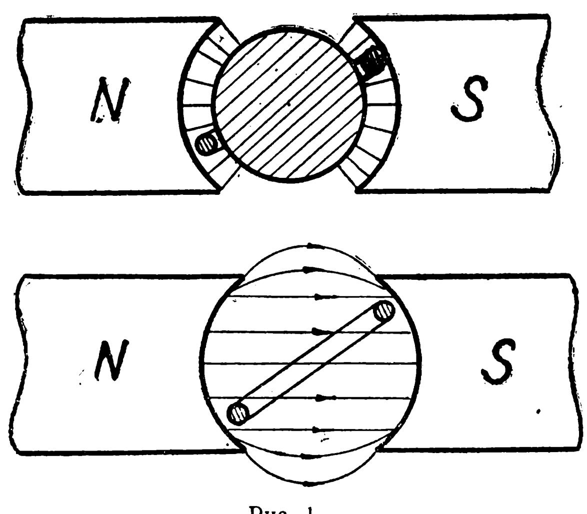


Рис. 1.

Кроме плакатов и таблиц демонстрируется универсальный школьный гальванометр в собранном виде и такой же гальванометр в разобранном виде, детали которого укреплены под стеклом на вертикальной панели прибора. Для лучшего обозрения учитель проносит прибор между рядами парт и дает краткие дополнительные объяснения.

Учитель подчеркивает, что магнито-электрические приборы (амперметры и вольтметры) пригодны для измерения только постоянного тока, имеют равномерную шкалу, обладают высокой чувствительностью и большой точностью. При использовании твердых выпрямителей магнито-электрические приборы могут применяться и для измерения переменного тока. Обращается внимание учащихся на соблюдение полярности при включении этих приборов в цепь тока.

Затем учитель чертит на доске условное обозначение прибора и переходит к объяснению устройства и действия прибора электромагнитной системы.

Электромагнитная система основана на взаимодействии магнитного поля катушки, по которой течет измеряемый ток, с магнитным полем сердечника из ферромагнитного материала. С помощью схемы прибора разъясняется, как под действием тока, проходящего через катушку, в зазор последней втягивается пластинка из мягкого железа, эксцентрично насаженная на ось. На этой же оси укреплена стрелка-указатель, спиральная пружинка, служащая для создания противодействующего момента и возвращения стрелки в нулевое положение, поршень воздушного успокоения и грузики для уравновешивания подвижной системы.

Указывается на то, что приборы этой системы просты, деше-

вы и используются для измерения постоянного и переменного тока технической частоты, не боятся значительных перегрузок, так как токонесущая катушка неподвижна и поэтому сечение проводника ее обмотки может быть большим. Отмечаются недостатки этих приборов: неравномерная шкала, невысокая точность и зависимость показаний от влияния внешних магнитных полей. Дается условное обозначение прибора.

Следует указать, что на показаниях электромагнитных приборов при постоянном токе сказывается влияние остаточного магнетизма стали якоря. При переменном токе на показания прибора влияют потери от гистерезиса и вихревые токи, уменьшающие отклонение. Поэтому эти приборы градуируются или только на постоянном или только на переменном токе, что отмечается условным знаком. Вследствие этого прибор, проградуированный при одном роде тока, будет давать несколько неправильные значения измеряемой величины при другом роде тока. Однако в современных приборах со специальной сталью разница в показаниях приборов на переменном и постоянном токах незначительны, и при измерениях пользуются одной и той же шкалой при разных родах тока. Применяя вместо электротехнической стали пермалой, можно добиться устранения гистерезиса. В результате удалось построить электромагнитные приборы класса точности 0,5, т. е. приборы высокой точности.

Электромагнитные приборы используются, главным образом, при технических измерениях переменных напряжений и токов. Ими снабжаются преимущественно промышленные установки. Приборы электромагнитной системы применяются в автомобиле.

Электромагнитные приборы показывают действующие значения тока и напряжения.

После ознакомления с магнито-электрическими и электромагнитными приборами учитель переходит к описанию приборов электродинамической системы.

Действие приборов электродинамической системы основано на взаимодействии магнитных полей двух катушек-неподвижной и подвижной, обтекаемых током.

В технических электродинамических приборах для увеличения вращательного момента применяются железные сердечники.

Сделав на доске схематический чертеж прибора (в школьных кабинетах физики нет плакатов с устройством электродинамического прибора; чертеж прибора можно сделать на бумаге заранее), учитель объясняет, что подвижная катушка состоит из двух одинаковых секций (катушек), между которыми проходит ось. На оси закреплена подвижная катушка, расположенная внутри неподвижной, стрелка прибора, пластинка воздушного успокоения и две спиральные пружины для создания противодействующего момента и подвода тока к подвижной катушке. При прохождении тока по обеим катушкам (катушки соединяются последовательно или параллельно, когда весь ток нельзя

пропускать через пружинки) подвижная катушка поворачивается и стремится занять такое положение, при котором, магнитные потоки, создаваемые токами катушек, совпадали бы по направлению. Объяснение сопровождается демонстрацией прибора электродинамической системы со снятой передней крышкой.

Подчеркивается, что электродинамические приборы (амперметры, вольтметры, ваттметры, счетчики) пригодны для измерения постоянного и переменного тока технической частоты, что их показания зависят от посторонних магнитных полей и частоты тока. Шкала электродинамических амперметров и вольтметров неравномерна, у ваттметров — равномерна. Эти приборы высокой точности чувствительны к перегрузке. К недостаткам относится их сравнительно высокая стоимость.

Электродинамические приборы чаще применяются в качестве ваттметров.

Необходимо обратить внимание учащихся на то, что при одновременном изменении направления тока в обеих катушках электродинамического прибора, направление вращающего момента не меняется. Поэтому такие приборы пригодны для измерений как постоянного, так и переменного тока; шкала у прибора одна и таже для обоих родов тока.

Электродинамические приборы показывают действующие значения тока и напряжения. Они являются наиболее точными приборами для переменных токов технической частоты.

Затем кратко объясняют учащимся принцип действия электроизмерительных приборов тепловой системы, используя при этом имеющиеся плакаты. Тепловая система приборов основана на линейном удлинении металлической нити (из сплава платины с иридием, с большим температурным коэффициентом линейного расширения) при прохождении через нее измеряемого тока. Удлинение нити передается через особое устройство стрелке прибора и она отклоняется на угол, пропорциональный квадрату проходящего тока (пропорционально выделившейся теплоте); поэтому шкала у них неравномерна. Тепловые амперметры и вольтметры пригодны для постоянного и переменного тока, показания их не зависят от постоянных электромагнитных полей и частоты. Они чувствительны к перегрузкам. Имеют низкую точность. Применяются, главным образом, для измерения токов высокой частоты.

В цепях повышенной и высокой частоты применяются приборы термоэлектрической системы, представляющие соединение термоэлементов и магнитоэлектрического прибора.

Изучение принципа действия электроизмерительных приборов заканчивается рассмотрением некоторых общих вопросов.

Сюда относятся некоторые замечания об успокоителях приборов.

Когда через прибор проходит измеряемый ток, подвижная часть его отклоняется и принимает новое положение не сразу, а

спустя некоторое время. За это время по инерции подвижная часть многих приборов совершает колебания около положения равновесия, так как подвижная часть и пружина образуют колебательную систему. Чтобы подвижная часть скорее приняла положение, соответствующее измеряемой величине, измерительные приборы снабжаются успокоителями (демпферы), поглощающими кинетическую энергию движущейся части. Режим отклонения подвижной части прибора будет колебательным или апериодическим в зависимости от величины успокоения. В процессе работы надо создавать такие условия, чтобы подвижная часть принимала новое положение после небольшого числа колебаний или наиболее быстро апериодически достигала положения равновесия.

В электроизмерительных приборах применяются воздушные и магнитоиндукционные (электромагнитные) успокоители.

Магнитоиндукционный успокоитель состоит из постоянного магнита и металлической детали (алюминиевый каркас, пластинка) подвижной части прибора. При движении этой детали в постоянном магнитном поле в ней возникают индукционные токи, создающие, согласно закону Ленца, тормозящую силу.

Успокоитель такого типа имеется у приборов магнитоэлектрической системы. Здесь витки тонкой проволоки наматываются на алюминиевую рамку, представляющую собой коротко замкнутый проводник. При вращении катушки в поле постоянного магнита в рамке индуцируется ток, магнитное поле которого, взаимодействуя с магнитным полем постоянного магнита, создает тормозящую силу.

Магнитоиндукционными успокоителями снабжаются и некоторые электромагнитные приборы. В воздушных успокоителях торможение вызывается трением о воздух легкого поршенька или крыла, связанного с подвижной частью прибора, перемещающегося внутри закрытой камеры. Такими успокоителями снабжаются многие электромагнитные приборы, а также электродинамические.

Следует также знать о назначении корректора прибора. Вследствие толчков при перегрузках, остаточной деформации, температурных влияний и т. д. стрелка прибора без тока может не оказаться на нулевом делении. Корректор — приспособление для установки стрелки прибора на нуль. Для этой цели надо повернуть соответствующий винт в ту или другую сторону.

Некоторые электроизмерительные приборы (гальванометры) снабжаются арретирами — приспособлениями, предохраняющими их от толчков и механического повреждения в то время, когда приборы не работают. С помощью арретира подвижная система прибора закрепляется в неподвижном положении, подвес освобождается от натяжения, оси подвижных деталей освобождаются от нагрузки. Арретир выводится наружу через кожух прибора и оканчивается винтом или рычагом. Перед началом ра-

боты арретир поворачивают в соответствующую сторону и подвижная система освобождается от закрепления: ей предоставляется возможность вращаться при прохождении измеряемого тока. После окончания работы арретиром снова закрепляют подвижную часть прибора.

Важным является также вопрос о защите электроизмерительных приборов от посторонних магнитных полей.

Для защиты электроизмерительных приборов от воздействия внешних магнитных полей чаще всего применяется магнитная экранировка. Для этого прибор помещают в корпус, изготовленный из мягкой стали. Все технические приборы щитового типа имеют стальные корпуса, которые являются и магнитными экранами.

Затем учитель кратко останавливается на устройстве приборов астатической системы, которые менее других подвергаются воздействию внешних магнитных полей. При этом учащимся демонстрируется в открытом виде один из астатических приборов. Однако, последняя система есть далеко не во всех школах и потому рассказывать о ней следует только в том случае, если имеется астатический прибор.

Электроизмерительные приборы других систем на вводных уроках по электротехнике не рассматривались. Со счетчиком электрической энергии учащиеся знакомятся позже в процессе выполнения лабораторных работ.

Далее учитель рассказывает о назначении приборов, т. е. о применении их в качестве гальванометров, амперметров, вольтметров, ваттметров, счетчиков электрической энергии.

Гальванометры — приборы высокой чувствительности с непосредственным отсчетом для измерения очень малых токов, напряжений и количества электричества, а также для определения отсутствия тока или напряжения в электрической цепи. По принципу действия гальванометры делятся на магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, термоэлектрические. Существуют гальванометры для постоянного и переменного тока. Гальванометры постоянного тока бывают главным образом магнитоэлектрической системы. Широкое распространение получили стрелочные и зеркальные гальванометры с подвижной катушкой.

В стрелочных гальванометрах, для измерения токов 10^{-4} — 10^{-6}а, токонесущая катушечка держится двумя натянутыми металлическими ленточками, по которым и поступает в нее ток из внешней цепи. С катушкой связана стрелка, перемещающаяся по зеркальной шкале, когда через катушку проходит измеряемый ток.

В зеркальных гальванометрах, предназначенных для измерения токов 10^{-6}—10^{-11}а, катушка подвешивается на тонкой металлической ленте из серебра или фосфористой бронзы, служащей одновременно и для подводки к катушке измеряемого тока

и для создания противодействующего момента. К нити подвеса прикрепляется зеркальце, на которое падает и отражается свет, идущий от специального осветительного устройства. При повороте подвижной системы гальванометра отклоняется и световой луч, перемещающийся по большой шкале.

В нашей практике учащимся были продемонстрированы в действиии разные гальванометры, в том числе и зеркальный гальванометр. Всесторонне изучается школьный, демонстрационный гальванометр.

Для измерения токов большей величины применяются миллиамперметры и амперметры. В качестве амперметра может быть использован прибор любой из рассмотренных систем. В цепь измеряемого тока амперметры включаются последовательно (показывалась схема включения), поэтому сопротивление их должно быть возможно меньше.

Для измерения токов, превышающих номинальное значение, применяются шунты, с помощью которых расширяются пределы измерений амперметра. Шунт, представляющий из себя небольшое сопротивление из материала с малым температурным коэффициентом (манганин), включается в цепь последовательно, а параллельно ему присоединяется амперметр. При этом через амперметр проходит только часть измеряемого тока, а другая, обычно большая часть, проходит через шунт. Шунт присоединяется к прибору или монтируется в самом амперметре, тогда шкала его градуируется так, что он показывает измеряемый ток в цепи.

В цепях переменного тока высокого напряжения, а также в цепях хотя и низкого напряжения, но больших токов, употребляются амперметры с трансформаторами тока.

При выполнении описанных ниже лабораторных работ учащиеся опытным путем подбирают сопротивления шунта при заданном коэффициенте шунтирования и сравнивают результаты с расчетными значениями длины шунтирующего сопротивления.

В лабораториях часто применяются комбинированные шунты, с помощью которых можно использовать один и тот же прибор на несколько пределов измерений. На рис. 2 показана схема включения комбинированного шунта амперметра на три предела измерения (1,5 *А*, 3 *А*, 15 *А*) для измерения токов до 3 *А*.

Приборы для измерения электрических напряжений — вольтметры также могут быть разных систем. Вольтметр включается параллельно тому участку цепи, напряжение на котором желают измерить. Чтобы вольтметр заметно не изменил режим распределения напряжения в цепи, он делается с большим сопротивлением: его сопротивление должно быть значительно больше сопротивления измеряемого участка цепи (это надо подчеркнуть).

Для расширения пределов измерения вольтметра последовательно с ним соединяется добавочное сопротивление, расчет которого как и расчет шунта дан в школьном курсе физики.

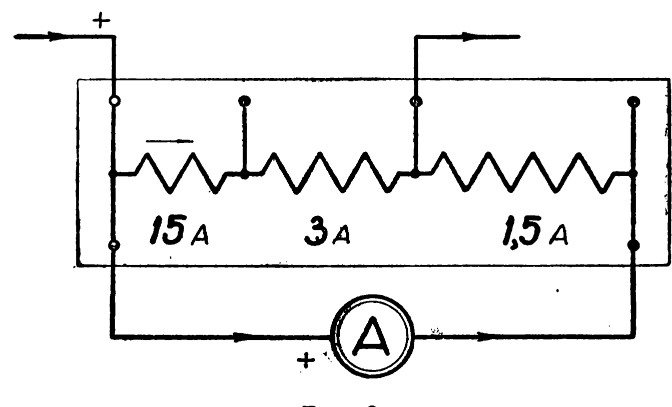


Рис. 2.

Чтобы сопротивление цепи вольтметра оставалось постоянным, добавочное сопротивление изготовляется из проволоки с очень малым температурным коэффициентом (манганин). Добавочные сопротивления выполняются или в виде катушек или в виде пластинок из изоляционного материала, на которые наматывается манганиновая проволока.

От добавочных сопротивлений делают ответвления и тогда один и тот же вольтметр можно использовать на несколько пределов измерений. Схема включения такого комбинированного добавочного сопротивления на три предела измерения (15 в, 75 в, 150 в) для измерений до 75 вольт показана на рис. 3.

Для измерения высоких напряжений переменного тока вольтметры включаются через измерительные трансформаторы напряжения.

При использовании магнитоэлектрических приборов в цепях переменных токов применяют преобразователи: твердые выпрямители, электронные лампы, термопреобразователи.

Наиболее широкое распространение получили магнитоэлектрические приборы с твердыми выпрямителями (детекторные приборы), которые включаются чаще всего по схеме двухполупериодного выпрямления (рис 4.).

Такие приборы обладают высокой чувствительностью и малым потреблением мощности. Показания их не зависят от частоты вплоть до нескольких тысяч герц.

Следует подчеркнуть, что отклонение стрелки в таких приборах пропорционально среднему значению измеряемого тока или напряжения, между тем градуируются они по действующему значению синусоидального тока или напряжения.

Измерение мощности в электрических цепях производится при помощи ваттметров. Чаще всего в качестве ваттметров берутся электродинамические приборы. Для этой цели неподвижную

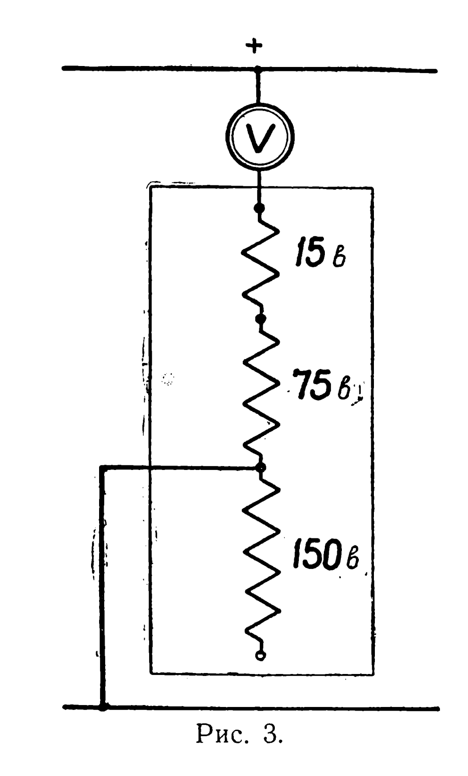


Рис. 3.

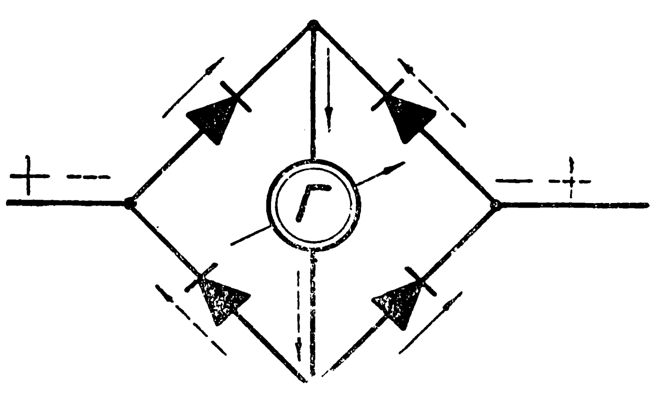


Рис. 4.

катушку (токовую) с малым числом витков толстой проволоки включают в цепь последовательно, а подвижную катушку (обмотка напряжения) последовательно соединенную с добавочным сопротивлением, присоединяют параллельно к тому участку цепи, на котором требуется измерить мощность. Вращающий момент прибора пропорционален расходуемой мощности на дан-

ном участке. На переменном токе такой ваттметр показывает среднее значение мощности, т. е. активную мощность цепи.

Пределы измерения ваттметра могут быть расширены путем шунтирования токовой обмотки и включения в обмотку напряжения добавочных сопротивлений.

Обращается внимание на то, что при неправильном включении обмоток ваттметра стрелка отклоняется в обратную сторону.

В цепях переменного тока применяются также и индукционные ваттметры.

Следует также познакомить учащихся с принципом действия и устройством простейшего омметра, состоящего из источника постоянного тока, гальванометра магнитоэлектрической системы и реостата установки нуля (рис. 5).

При постоянном значении ЭДС батареи E ток в гальванометре обратно пропорционален общему сопротивлению цепи:

$$R_г + R_д + R.$$

где

$R_г$ — сопротивление гальванометра,
$R_д$ — реостат установки нуля и
R — измеряемое сопротивление.

Внутренним сопротивлением батареи можно пренебречь.

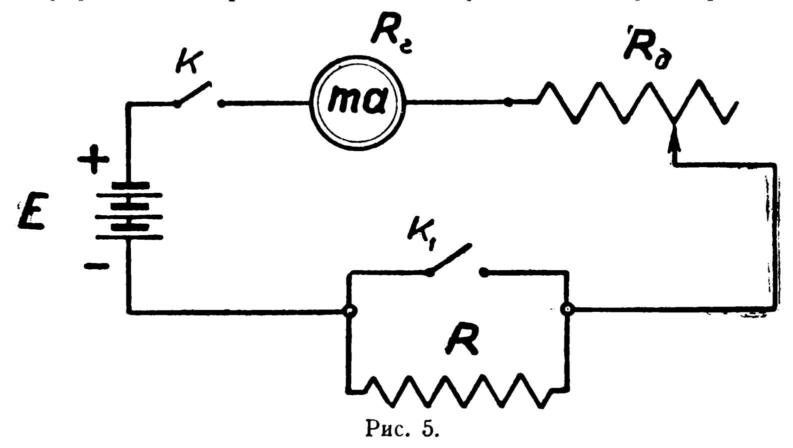


Рис. 5.

Если величина измеряемого сопротивления будет изменяться, то будет изменяться и сила тока в цепи и гальванометр будет давать различные показания. Шкалу гальванометра можно проградуировать в омах. Для этого поступают следующим образом. Включают ключ K_1, замыкающий накоротко точки A и B цепи и реостатом установки нуля $R_д$ устанавливают такой ток в цепи, чтобы стрелка гальванометра отклонилась до конца шкалы. Это будет нуль шкалы омов (измеряемое сопротивление равно нулю). Далее размыкают ключ K_1, и в качестве сопротивления R включают магазин сопротивлений. Не изменяя положе-

ния движка реостата установки нуля, включают различные сопротивления магазина (вынимая соответствующие штепсели) и одновременно записывают показания стрелки гальванометра и величины эталонных сопротивлений (магазина). Теперь градуировка закончена и прибором можно пользоваться для измерения неизвестных сопротивлений. Такой омметр будет давать правильные показания только при данном значении ЭДС батареи.

Омметр по указанной схеме легко собрать и продемонстрировать учащимся, пользуясь школьным демонстрационным гальванометром.

Ввиду широкого распространения универсальных электроизмерительных приборов полезно также кратко осветить работу авометра (авометр — ампер-вольт-ом-метр) — прибора магнитоэлектрической системы с выпрямителем, служащего для измерения силы тока, напряжения и сопротивления.

По середине лицевой стороны авометра типа ТТ-1 имеется ручка («клювик»), которая переключает прибор на измерения или постоянного тока, или переменного; при измерении сопротивлений ее переводят на знак Ω.

Вольтметр имеет четыре предела измерений: 10, 50, 200, 1000 в, годен для измерения и постоянного и переменного тока. Провод, подводящий ток, приключают к «общей» клемме, второй провод присоединяют к одной из верхних клемм, в зависимости от того, каким пределом хотят пользоваться и какой ток измеряют.

Клеммы миллиамперметра находятся с левой стороны прибора; пределов измерения шесть.

Омметровые клеммы имеют знак Ω. Цифры, стоящие около клемм, показывают числа, на которые надо множить показание стрелки прибора, чтобы получить сопротивление в омах. При включении омметра стрелку прибора необходимо установить на нуль, пользуясь нижней ручкой (реостат).

В заключение обзора электроизмерительных приборов объясняются и показываются все их условные обозначения: знаки на шкале, система прибора, измеряемая величина, название прибора, род тока, класс точности, рабочее положение, испытательное напряжение изоляции. Желательно таблицу условных обозначений приборов приготовить заранее на хорошем и достаточно большом листе бумаги (таблица 2).

Приведенный материал излагается учащимся полностью в течение 4-х часов. У нас материал распределяется по урокам следующим образом:

Общие сведения об электроизмерительных приборах, классы точности, приборы магнито-электрической системы (1 час).

Приборы электромагнитной и электродинамической системы (1 час).

Успокоители, корректоры, арретиры, защита от посторонних

Таблица

Знак	Система
	Магнитоэлектрическая
	Электромагнитная
	Электродинамическая
	Тепловая

Знак	Погрешн. в %	Знак рода тока	Род тока
0,2	± 0,2	—	Постоянный
0,5	± 0,5	~	Переменный
1,0	± 1,0	≂	Постоянный и переменный
1,5	± 1,5	2kw	Изоляция прибора

Объект обозначения		Знак
Положение шкалы прибора	Вертикальное	
	Горизонтальное	

магнитных полей. Назначение приборов. Включение их в схемы (1 час).

Расширение пределов измерений приборов. Приборы с твердыми выпрямителями. Омметр (1 час).

Учитель давал учащимся домашние задания изучить по «Курсу физики» А. В. Перышкина, ч. 3, изд. 1956 г. такие вопросы, как: шунтирование измерительных приборов (§§ 46); вольтметр и расчет добавочного сопротивления вольтметра (§§ 47, 48); действие магнитного поля на проводник с током, намагничение железа, индукция магнитного поля. Магнитный поток (§§ 77—80); электроизмерительные приборы (§ 83).

Остальной материал учащиеся изучают по своим классным записям или по другим пособиям, какие окажутся в школе. Поскольку в школе руководств по электротехнике может не оказаться, следует рекомендовать учащимся материал этого раздела подробнее конспектировать в своих тетрадях.

Учет знаний учащихся по теории электроизмерительных приборов производится как и на уроках физики.

Перед тем как перейти к лабораторным работам с электроизмерительными приборами, необходимо познакомить учащихся с техникой безопасности при работе с электрическими установками.

IV. О технике безопасности

Рассказывая учащимся о технике безопасности при работе с электрическими установками, необходимо обратить их внимание на следующие вопросы:

Поражение током человека происходит чаще всего вследствие прикосновения к токоведущим частям электрических установок. Однако поражение может быть и при касании к нетоковедущим металлическим частям установок в случае повреждения изоляции токоведущих частей и наличия замыкания на корпус. Поэтому для защиты людей и оборудования от опасного действия электрического тока и обеспечения нормальной работы установок их заземляют. Заземления в электротехнике разделяются на рабочие и защитные. Защитные заземления в энергетике служат для предотвращения поражения людей током при замыкании на корпус или на землю. Сюда относятся заземления наружных металлических частей установки, могущих оказаться под напряжением при замыкании на корпус или на землю. В сетях низкого напряжения с заземленной нейтральной точкой вместо защитных заземлений применяют зануление — присоединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования к защитному нулевому проводу.

У нас в СССР при напряжении сети по отношение к земле свыше 150 в защитное заземление или зануление выполняются во всех производственных помещениях и наружных установках.

В установках высокого напряжения поражение током бы-

вает и без непосредственного прикосновения к токоведущим частям, например, при набрасывании влажного шнура, веревки, нитки на провода высоковольтной линии электропередачи, когда другой конец остается в руках человека.

Тяжесть поражения зависит от величины и рода тока (постоянный или переменный) и других факторов. Прохождение переменного тока промышленной частоты (50 герц) в 0,025—0,050 *А* опасно для организма; ток 0,05—0,10 *А* может стать смертельным при любом напряжении. Для постоянного тока значение этих величин несколько выше. С повышением частоты тока опасность поражения током уменьшается.

Когда при соприкосновении с проводами образуется цепь: контакт — тело — контакт сопротивление человеческого тела прохождению электрического тока колеблется в пределах 800—100000 ом.

Это сопротивление зависит от состояния кожи (сухая, влажная, поврежденная), от величины напряжения, плотности прилегания контактов и величины их поверхности. Тяжелые поражения током могуть быть в ванне при касании мокрой рукой цоколя лампы напряжением 120 в. В сырых помещениях, колодцах, туннелях и т. п. должны применяться напряжения не выше 12 в. Для местного освещения станков, электроинструмента используется напряжение 36 в.

Физиологическое действие тока на организм человека зависит от рода тока. Если через тело проходит постоянный ток, то в момент включения ощущается удар, судорога мускулов, а дальше — ощущение жжения и нагревания. Переменный ток технической частоты (50 периодов) дает более неприятные ощущения дрожания мускулов и судорог. Самые неприятные ощушения вызывает ток звуковой частоты (меняется и частота и амплитуда).

Далее надо на примерах показать, в каких случаях прохождение электрического тока через человеческое тело является опасным или неопасным. Если взять в обе руки два металлических предмета, например, двое плоскогубцев, к которым подключен источник тока с напряжением 30—50 вольт, то, когда руки смочены соляным, кислотным или щелочным раствором, может произойти очень сильное поражение и даже смерть (при тонкой и нежной коже руки). При тех же элементах и напряжении, но в случае сухих рук и загрубелой коже, человек ничего не почувствует. Наиболее опасным является прохождение электрического тока через туловище и голову. Бывают случаи, когда человек отделывается только ударом и испугом при поражении током высокого напряжения (в несколько тысяч вольт), например, при прохождении тока только через одну руку. В этом случае только в местах соприкосновения с токонесущими проводниками получаются ожоги кожи.

Необходимо указать учащимся на то, что поражение током

может произойти не только при соприкосновении с двумя проводами, находящимися под напряжением. Один провод городской электросети и заземление имеют такую же разность потенциалов, как и два провода этой же сети. Это объясняется тем, что нулевые точки трансформаторов на электрических подстанциях всегда заземлены. Поэтому нельзя прикасаться к токонесущим проводам и деталям, стоя на земле, сыром полу и даже сухом полу, но в подвальном помещении. Нельзя также браться за включенные приборы, держась другой рукой за влажную стену и, особенно, за водопроводную или канализационную трубу.

Во всех случаях работы под током необходимо пользоваться резиновыми перчатками, калошами или резиновыми ковриками.

Следует предупредить учащихся, что поражение током может произойти даже при работе с низким напряжением в 4—6 вольт, берущимся от аккумуляторной батреи. Такие поражения возможны, если собирается цепь, содержащая большую индуктивность. При внезапном размыкании основной цепи, возникает экстраток размыкания и на некоторых участках цепи напряжение может достигнуть нескольких тысяч вольт.

Далее дается описание результатов действия электрического тока на организм человека (ожоги, судороги, поражения нервной системы и сердца) и правила оказания первой помощи в этих случаях.

Нужно подчеркнуть, что до сих пор у некоторых людей имеется совершенно неправильное мнение о том, что при поражении электрическим током человека надо зарывать в землю, чтобы «отвести электричество». Это, конечно, совершенно невежественная «помощь». Тело человека при электрическом ударе никакого заряда в себе не имеет.

Пораженному током человеку, находящемуся без чувств, прежде всего надо делать искусственное дыхание. Если конечности человека поражены током, сведены судорогой, то прежде всего надо его освободить от соприкосновения с токонесущим предметом. Однако нужно делать это осторожно, пользуясь изолированными предметами (резиной, сухим деревом, стеклянными или фарфоровыми предметами), которыми следует оборвать провод.

Эти сведения сообщаются учащимся перед началом лабораторных занятий в течение 20—30 минут. Затем уже при выполнении лабораторных работ постоянно обращается внимание на соблюдение правил безопасности.

V. Лабораторные работы

Для проведения практикума по электротехнике лучше всего выделить в школе специальную комнату, площадью не менее 20 м² и создать в ней кабинет электротехники, в котором могли

бы происходить лабораторные занятия учащихся по подгруппам. Вводные и теоретические занятия можно проводить в классе или кабинете физики. Кабинет электротехники должен быть оборудован столами, к каждому из которых должна быть сделана проводка городского переменного тока. Проводка делается по стенам. Розетки устанавливаются также на стенах около каждого стола. В каждой розетке обязательно должен быть предохранитель на 2—3 ампера. Кроме того, в кабинете следует установить общий щит, на котором должны стоять общие предохранители и рубильник. Если в здании школы имеется 3-х фазный ток, то указанный щит должен иметь 3 предохранителя на 15—20 *А* и 3-х фазный рубильник. В этом случае к каждому рабочему месту нужно подвести и 3-ю фазу, подключив ее к обоим гнездам второй розетки, установленной рядам с первой.

Практические занятия фронтально проводить трудно, т. к. для этого нужно иметь много одинаковых комплектов приборов. Поэтому эти занятия рациональнее проводить в виде практикума по графику (см. приложение № 1). Каждая половина класса разбивается на бригады по 2—3 человека. Все бригады одновременно выпоняют разные работы подготовленного цикла работ. Так была организована работа учащихся в 1-й средней школе г. Ульяновска.

Перед началом практических занятий по циклу учителю необходимо познакомить учащихся с правилами работы в кабинете электротехники, с требованиями, предъявляемыми к отчетам по практическим работам и с тем, как будут выставляться отметки по практикуму.

Правило работы в кабинете нужно выработать заранее, написать на большом листе бумаги и вывесить в кабинете (см. приложение № 2).

В правилах следует подчеркнуть следующие моменты.

Все бригады работают только на своих местах. Перед началом занятий бригады принимают свои рабочие места с выставленными приборами, соединительными проводниками, шнурами с вилками и руководствами к работе.

Прежде чем приступить к сборке схем, учащиеся должны иметь в специальных тетрадях все необходимые предварительные записи, таблицы, рисунки.

Включать источники тока учащиеся могут только с разрешения учителя после проверки им правильности собранной схемы.

Полученные результаты работы учащиеся обязаны показать учителю и только после его разрешения разобрать схему.

По окончании работы все бригады обязаны сдать свои рабочие места учителю.

Отчеты по практическим работам каждый ученик ведет в специальной тетради. В отчеты следует включать: план работы (программу, схемы соединений, результаты наблюдений и вычислений, рисунки (если это нужно), список приборов к работе с

указанием всех технических данных каждого прибора и ответы на контрольные вопросы.

Оценки учащимся по практическим работам в I средней школе им. Ленина выставлялись в журнале на каждом занятии в процессе урока по краткому опросу всех учащихся по работам с просмотром отчёта. Учащимся задавалось 1—2 вопроса по каждой работе. Принималось во внимание также и отношение каждого ученика к выполнению работы.

Перед началом проведения цикла практических работ учителю необходимо познакомить учащихся с методикой работы и, в частности, с методикой сборки схем. Нужно указать, что перед началом работ учащиеся должны рационально разместить приборы на рабочем месте. При сборке схем следует сначала собрать последовательную основную цепь, а затем уже включать параллельные участки, например, вольтметры. На протяжении всей работы учителю необходимо строго требовать именно такую методику сборки схем, так как она значительно уменьшает возможность ошибочных соединений.

При проверке собранных учащимися схем учителю следует придерживаться той же методике, т. е. проверять сначала основную последовательную цепь, а затем все разветвления, параллельные участки и т. д.

На каждую работу отводилось по 2 часа.

Работа № 1

«Шунтирование и градуировка амперметра»

Цель работы: научиться шунтировать и градуировать амперметр.

Программа работы:

1. Изучить теорию вопроса. а) Перышкин А. В. «Курс физики», ч. 3, § 46, изд. 1956 года. б) Данное руководство.
2. Изучить приборы, находящиеся на рабочем месте, и записать их данные.
3. Пользуясь известной формулой, рассчитать сопротивление шунта к миллиамперметру с данным сопротивлением с тем, чтобы расширить его пределы измерений до 3 *А*.
4. Определить длину шунта (медный провод), пользуясь данной ниже формулой. Диаметр провода измерить микрометром. Удельное сопротивление меди взять из таблицы.
5. Собрать схему, данную на рис. 6, и практическим путем подобрать шунт к данному амперметру так, чтобы он мог измерить силу тока до 3-х ампер.
6. Сравнить рассчетную и практическую длину шунта.
7. Проградуировать амперметр с шунтом.
8. Построить график градуировки, откладывая по оси абсцисс

показания эталонного амперметра, а по оси ординат — градуируемого.

9. Ответить на контрольные вопросы.

Из предварительных теоретических занятий по электротехнике (а также из курса физики) известно, что сопротивление шунта рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{ш} = \frac{R_a}{n-1},$$

где R_a — внутреннее сопротивление шунтируемого прибора, n — число, показывающее во сколько раз надо уменьшить чувствительность данного амперметра. Длина проволоки круглого сечения, из которой требуется изготовить шунт, определяется по формуле:

$$l = \frac{R_{ш} \Pi d^2}{4\rho},$$

где d — диаметр провода, ρ — удельное сопротивление материала, из которого изготовлен провод.

Шунт изготовляется обычно из манганина, имеющего малый температурный коэффициент сопротивления (можно брать также латунь).

В данной работе шунт изготовлен из медной проволоки, т. к. при учебной работе материал шунта значения не имеет.

После расчета длины шунта нужно собрать схему для практической проверки расчета и градуировки амперметра (миллиамперметра с шунтом).

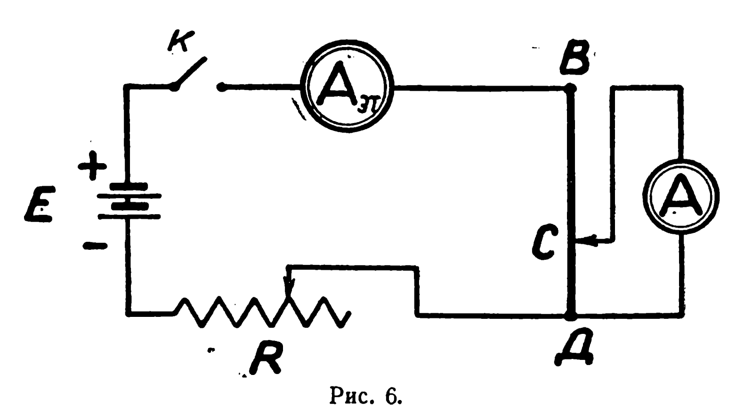


Рис. 6.

На схеме, данной на рис. 6, A — градуируемый амперметр (миллиамперметр с шунтом), $A_{эт}$ — эталонный амперметр на 3—5а, $ВД$ — медный провод, натянутый на реохорде, R — реостат на силу тока до 3 A, E — аккумуляторная батарея на 2—4 вольта

(емкостью не менее 10 A-ч при щелочном аккумуляторе и на 30 A-ч при кислотном).

Перед включением ключа «K» движок «C» ставится рядом с точкой «$Д$».

Включив ключ, устанавливаем силу тока в цепи по эталонному амперметру $A_{эт}$ (3 ампера в нашем случае), перемещая движок реостата R. Затем, не изменяя силы тока в цепи, перемещаем движок «C» вправо до тех пор, пока стрелка шунтируемого амперметра A дойдет до конца шкалы. Закрепив движок «C» и выключив ключ «K», измеряем длину шунта, равную отрезку «$ДC$» и сравниваем полученный результат с расчетными данными.

Далее градуируем амперметр с шунтом «ДС», для чего скачками изменяем силу тока в цепи реостатом R и записываем показания амперметров «A» и «$A_{эт}$». Результаты занести в таблицу, составленную самими учениками. По этим данным построить график, откладывая по оси абсцисс показания эталонного амперметра, а по оси ординат — градуируемого в делениях шкалы.

Контрольные вопросы:

1. Как включается шунт к амперметру?
2. Почему шунты изготовляются из материала с малым температурным коэффициентом сопротивления?
3. Будет ли амперметр с шунтом из меди давать одинаковые показания на морозе и в теплой комнате?
4. Как включаются в цепь амперметры?
5. Почему приборы магнитоэлектрической системы пригодны только для измерений на постоянном токе?

Примечание: В качестве градуируемого амперметра можно взять школьный демонстрационный гальванометр.

Работа № 2

Расширение пределов измерения вольтметра.

Цель работы: Научиться рассчитывать дополнительные сопротивления для расширения пределов измерения вольтметра и градуировать шкалу вольтметра.

Программа работы:

1. Изучить теорию вопроса.

а) А. В. Перышкин «Курс физики» часть III, § 60, изд. 1956 г.;

б) Данное руководство.

2. Познакомиться с приборами, находящимися на рабочем месте, записать их данные.

3. Рассчитать добавочное сопротивление к вольтметру на

30 в, с внутренним сопротивлением 150 ом, чтобы с добавочным сопротивлением он измерял бы напряжение до 150 вольт (можно взять любой вольтметр).

4. Использовать в качестве дополнительного сопротивления вольтметра штепсельный магазин сопротивления.

5. Собрать схему (рис. 7) и произвести градуировку вольтметра с добавочным сопротивлением.

6. Ответить на контрольные вопросы.

Приборы к работе:

1. Вольтметры электромагнитной системы на 30 в., 150 в.
2. Штепсельный магазин сопротивления на 500 ом.
3. Реостат на 400 ом и 0,4 а.
4. Соединительные провода, шнур с вилкой.

Практические указания:

Для расширения пределов измерения вольтметров применяются дополнительные сопротивления, включаемые последовательно с вольтметром. Как известно, расчет добавочного сопротивления к вольтметру с внутренним сопротивлением *чв* производится по формуле:

$$R_д = чв\,(n-1).$$

где $R_д$ — дополнительное сопротивление.

n — число, показывающее во сколько раз расширяется предел измерения вольтметра.

Добавочные сопротивления приготовляются из манганиновой проволоки. Иногда можно использовать в качестве добавочного сопротивления непроволочные сопротивления типа «ВС», подобрав их соответственно по мощности. Зная максимальный ток, протекающий по вольтметру и величину добавочного сопротивления к нему, можно рассчитать мощность рассеяния на дополнительном сопротивлении ($I^2\,R_д$) и соответственно этой мощности выбрать сопротивление типа «ВС».

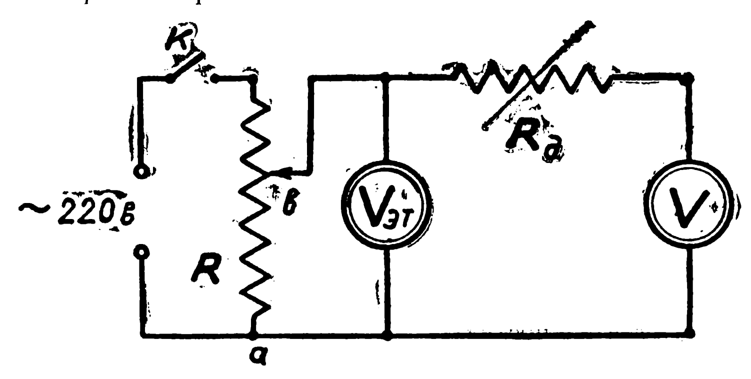


Рис. 7.

Для градуирования вольтметра с добавочным сопротивлением собирается схема рис. 7.

R — делитель напряжения (потенциометр),
$V_{эт}$ — эталонный вольтметр,
V — градуируемый вольтметр,
$R_д$ — добавочное сопротивление,
K — ключ.

Перед включением ключа «K» движок делителя напряжения „R“ должен стоять в таком положении, чтобы разность потенциалов между точками «а» и «в» была равна нулю.

После замыкания ключа движок делителя постепенно перемещают, увеличивая разность потенциалов между точками «а» и «в». При этом записывают показания прибора V в делениях шкалы, а $V_{эт}$ — в вольтах.

Данные заносят в таблицу.

№№ пп измерений	1	2	3	4	5	6	7	и т. д.
V в делениях шкалы								
$V_{эт}$ вольт								

Если неизвестно внутреннее сопротивление вольтметра, то добавочное сопротивление можно подобрать опытным путем.

Для этого в схему рис. 7 включают вместо $R_д$ реостат с подвижным контактом. Сопротивление этого реостата сначала устанавливают наибольшим. Установив на $V_{эт}$ определенное напряжение с помощью движка потенциометра, меняют сопротивление реостата $R_д$ так, чтобы вольтметр V давал наибольшее отклонение, которое будет соответствовать выбранному на $V_{эт}$ напряжению.

Это сопротивление можно измерить омметром и выбрать соответствующее сопротивление в штепсельном магазине сопротивления или подобрать сопротивление типа «ВС» и затем произвести градуировку.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается различие в устройстве вольтметров и амперметров и чем оно вызвано?

2. Как расширение пределов измерения прибора отражается на его чувствительности?

3. Почему электромагнитные приборы пригодны для измерения постоянного и переменного токов?

Работа № 3

Проверка ваттметра с помощью вольтметра и амперметра.

Эта работа ставит своей задачей познакомить учащихся с устройством ваттметра, научить включать ваттметр в цепь и определять мощность электрического тока.

Учащимся дается схема на рис. 8, состоящая из делителя напряжения (реостата на 200 ом, 2—3 а). Вместо реостата лучше взять автотрансформатор типа ЛАТР со скользящим контактом, лампового реостата (3 лампы по 100 вт, соединенные параллельно), амперметра и вольтметра электромагнитной системы (амперметр на 5 *А*, вольтметр на 150 вольт класса точности 1,5), ваттметра электродинамической системы на 500—600 вт.

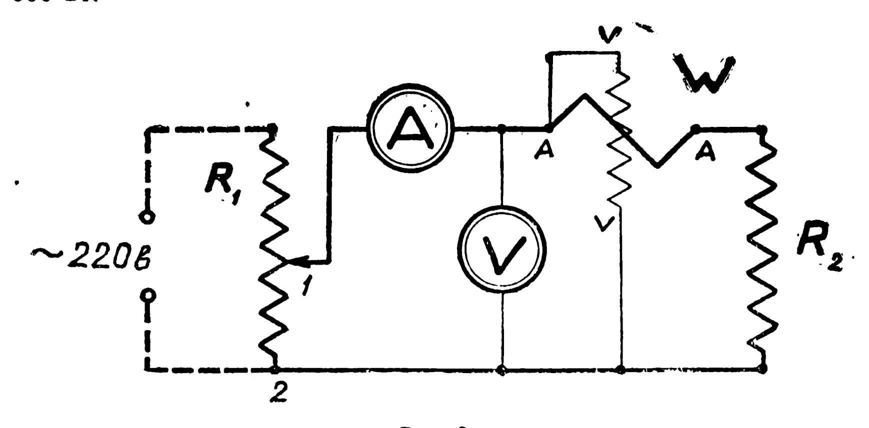


Рис. 8.

Ход работы:

1. Собрать установку по схеме (рис. 8), пользуясь следующими указаниями:

а) соединить цепь делителя напряжения (пунктирные линии);

б) собрать последовательную цепь: точка 1, амперметр, токовая обмотка ваттметра, нагрузка, точка 2 (жирные линии);

в) включить вольтметр и вольтметровую обмотку ваттметра (тонкие линии).

2. Поставить движок делителя напряжения в такое положение, чтобы разность потенциалов между точками 1 и 2 была равна нулю.

3. После проверки учителем схемы, включить источник тока.

4. Плавно увеличивая силу тока в цепи нагрузки путем увеличения разности потенциала между точками 1 и 2 делителя напряжения, одновременно записать в таблицу наблюдения пока-

зания всех трех измерительных приборов. (Снять не менее десяти показаний приборов).

5. Вычислить погрешности ваттметра:

Таблица

№№ пп	Показания вольтметра (в)	Показания амперметра (а)	Показания ваттметра W (вт)	Вычисленная мощность W_1 (вт)	Погрешность $W-W_1$ (вт)
1					
2					
3					

Контрольные вопросы:

1. Почему ваттметр имеет 4 клеммы?
2. Как можно расширить предел измерения ваттметра?
3. Бывают ли ваттметры магнитоэлектрической системы?
4. Назвать недостатки и преимущества электродинамической системы.
5. Почему электродинамическими ваттметрами можно измерять мощность как постоянного, так и переменного токов?

Примечание:

Если на ваттметре не показаны зажимы последовательной и параллельной обмоток, то их можно определить следующим образом: включить в сеть вольтметр и последовательно с ним ваттметр какими-либо двумя зажимами. Если вольтметр показывает полное напряжение сети, то зажимы принадлежат к последовательной обмотке ваттметра, которая имеет незначительное сопротивление; если же вольтметр показывает часть напряжения сети, то зажимы принадлежат параллельной обмотке. Если вольтметр ничего не показывает, то зажимы принадлежат разным обмоткам ваттметра.

Работа № 4

Градуировка омметра.

Цель работы: Изучить и практически выполнить градуировку омметра.

Программа работы

1. Изучить теорию вопроса:
   а) Федосеев П. Г. «Электротехника», § 7, стр. 202—204;
   б) данное руководство.
2. Собрать электрическую цепь простейшего омметра.
3. Произвести градуировку омметра, пользуясь штепсельным магазином сопротивления на 1000 ом при $E_1 = 1{,}2$—2 в.
4. Произвести градуировку омметра при другом напряжении источника тока $E_2 = 2{,}4$—4.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Приборы к работе:

1. Миллиамперметр постоянного тока на 10—50 МА — 1 шт.
2. Штепсельный магазин сопротивления — 1 шт.
3. Аккумуляторы или сухие элементы — 2 шт.
4. Ключ и соединительные провода.
5. Вольтметр постоянного тока на 4 в.
6. Реостат на 1400 ом, 0,4 А.

Практические указания:

Установка простейшего омметра собирается по схеме рис. 5. Для градуировки этого омметра поступают следующим образом.

Перед замыканием ключа «K» необходимо установить величину сопротивления $R_д$ максимальной, а клеммы эталонного сопротивления R закоротить (K=0). При $R=0$ после замыкания ключа „K“ величину „$R_д$“ устанавливают такой, чтобы стрелка миллиамперметра отклонилась до конца шкалы. Это и будет нулевая точка омметра. Затем включить эталонное сопротивление (магазин сопротивлений), постепенно его увеличивая. Чем больше будет это сопротивление, тем на меньшую величину отклонится стрелка прибора. Таким образом, включая ряд известных сопротивлений и отмечая отклонение стрелки гальванометра, можно проградуировать шкалу прибора в омах. Шкала прибора будет неравномерной: более сжатой в левой части.

Таким же образом градуируют шкалу при другом напряжении источника.

Данные заносят в таблицу.

$R_{эт}$ ом	Деления шкалы гальванометра при $E_1 =$	Деления шкалы гальванометра при $E_2 =$	Разница в показаниях гальванометра
1 ом			
5 ом			
10 ом			
. . .			
. . .			
1000 ом			

Схема простейшего омметра имеет принципиальный недостаток: правильность его градуировки будет сохраняться только при постоянном напряжении источника. Поэтому в практике пользуются более сложными схемами.

Контрольные вопросы:

1. Почему нарушается градуировка омметра при изменении напряжения источника тока?

2. Почему омметр имеет неравномерную шкалу, хотя и используется прибор магнитоэлектрической системы?

Работа № 5

Проверка работы индукционного счетчика однофазного тока.

Цель работы: Определение относительной погрешности счетчика при работе его в нормальных условиях и измерение потребляемой им энергии.

Программа работы:

1. Изучить устройство счетчика:

а) Федосеев «Электротехника», стр. 300—301;

б) инструкция по эксплуатации электросчетчиков.

2. Определить самоход счетчика, т. е. определить, вращается ли диск счетчика без нагрузки (наличие самохода делает счетчик непригодным).

3. Определить номинальную постоянную счетчика $C_н$ в ватт-секундах.

4. Определить действительную (фактическую) постоянную счетчика C в ватт-секундах при различных нагрузках.

5. Определить относительную погрешность счетчика при этих нагрузках.

Приборы для работы:

1. Счетчик однофазного переменного тока на 5 А, 220 в.
2. Амперметр до 5 А.
3. Вольтметр до 250 в.
4. Ламповый реостат.
5. Проволочный реостат.
6. Секундомер или часы с секундной стрелкой.

Порядок хода работы:

1. Расшифровать, что написано на щитке счетчика.

2. Сделать соединение по схеме, показанной на рис. 9. При сборке схемы обратить внимание на способ присоединения проводов к клеммам счетчика.

3. Определить, имеет ли счетчик самоход. Для этого счетчик включают в сеть без нагрузки и наблюдают, вращается ли диск счетчика.

4. Определить номинальную постоянную счетчика ($C_н$) в

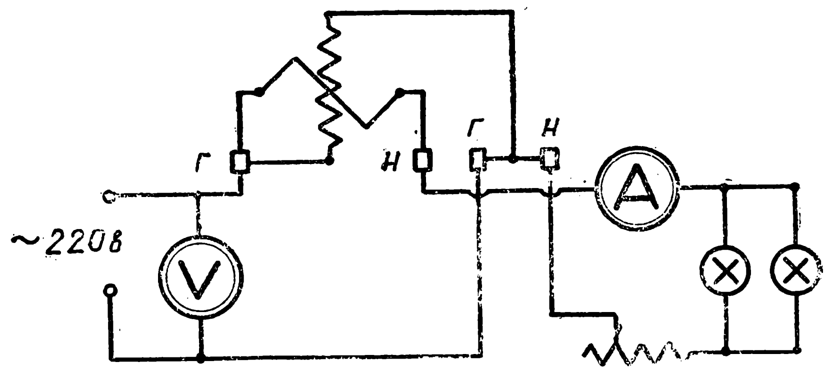


Рис. 9.

(Клеммы, соединенные с токовой обмоткой и обмоткой, включенной на напряжение, могут быть определены с помощью последовательно включенного в цепь вольтметра, как это было указано в работе с ваттметром).

ватт-секундах по данным, указанным на щитке счетчика. Постоянная счетчика есть число ватт-секунд, приходящееся на один оборот диска. Например, если на щитке счетчика указано: киловатт-час — 5000 оборотов, то постоянная счетчика равна:

(1 квт-ч составляет 1000 × 60. × 60 вт. сек.)

$$C_н = \frac{1000 \cdot 3600}{5000} = 720 \text{ вт. сек. на 1 оборот диска.}$$

5. Определить действительную, или фактическую постоянную при различных нагрузках.

Индукционные счетчики однофазного переменного тока рассчитываются на напряжение 127 и 220 в. и на разную силу тока. Счетчик следует испытать при номинальном напряжении, которое устанавливается с помощью автотрансформатора, не указанного на схеме.

Нагрузка счетчика производится ламповым реостатом и проволочным, которые можно считать практически безиндукционными.

Если при нагрузке счетчика ток равен I_A, напряжение $U_в$, число оборотов n и время t сек, то работа тока будет равна:

$$A = IUt$$

Число ватт-секунд, приходящиеся на один оборот диска, т. е. постоянная счетчика будет:

$$C = \frac{U_в t}{n}.$$

Полученная величина действительной (фактической) постоянной C счетчика не остается неизменной при разных нагрузках. Нагрузку надо давать плавно, без резких скачков, грубо регулируя ламповым реостатом и более точно — проволочным. Нагрузку устанавливают 25, 50, 75 и 100% от номинальной.

При испытании счетчика, рассчитанного на 5 А, нагрузку можно установить в 1, 2, 3, 4, 5 А.

Число оборотов диска считают по красной отметке за три-четыре минуты. По полученным данным определяют действительную постоянную для каждой нагрузки.

6. Зная номинальную постоянную счетчика и действительную постоянную для каждой нагрузки, вычисляют относительную погрешность (δ) счетчика в процентах по формуле:

$$\delta\% = \frac{C_н - C}{C} \cdot 100\%.$$

Данные наблюдений и расчета заносят в таблицу:

Нагрузка	Uв	Iа	t сек	n обор в сек.	$C\ \frac{\text{вт. сек}}{\text{об.}}$	$C_н$	δ%

На основании данных поверки счетчика делают заключение о его пригодности.

Измерение энергии однофазного тока.

Для измерения энергии однофазного тока применяют индукционные счетчики энергии. Схема включения обмоток счетчика точно такая же, как и схема включения ваттметра.

Циферблат счетчика градуируется в киловатт-часах или гектоватт-часах.

Циферблат имеет несколько окошечек, в которых видны цифры, нанесенные на боковых поверхностях барабана счетчика числа оборотов. Три первые цифры указывают киловатт-часы, а одна или две последние — десятые и сотые доли квтч. Чтобы узнать, какое количество энергии израсходовано за определенный промежуток времени, необходимо записать показание счетчика в начале и в конце этого промежутка времени и затем вычесть из большего показания меньшее. Например, если в начале недели счетчик показывал 493,27 квтч, а в конце недели — 571,34 квтч, то израсходованная за неделю энергия равна: 571,34 — 493,27 = 78,07 квтч.

Контрольные вопросы:

1. Назвать недостатки и преимущества приборов индукционной системы.
2. В каких единицах измеряют счетчики работу тока, и как регистрируют ее?

3. На какие классы точности делятся электроизмерительные приборы?

Отчёт о выполненной работе представляет учителю каждый учащийся. Он составляется по форме, указанной в инструкции к работе и в приложениях №№ 2 и 3. Учащиеся одного звена могут представить отчёты, одинаковые по содержанию, но разные по форме изложения и выводам. Отчеты, частично составленные при предварительной подготовке к занятиям (название работы, программа, схема, теоретическая справка, форма протокола), оформляются сразу набело в кабинете в процессе выполнения работ и тут же сдаются учителю для проверки. Они не должны быть длинными и сложными. По наблюдениям за работой учащихся в лаборатории, данным опроса во время занятий и качеству отчёта оцениваются знания и навыки школьников по пятибальной системе. При этом учитывается предварительная подготовка учащихся к практикуму.

Для учащихся, которые отсутствовали на уроке или не успели закончить работу, следует организовать дополнительные лабораторные занятия. Однако надо добиваться такого положения, чтобы школьники за двухчасовое занятие сумели полностью закончить работу, подготовить и сдать отчёт о её выполнении.

В конце практикума по данному циклу работ полезно провести зачёт в подгруппе по всем работам. Для этого каждому учащемуся следует предложить выполнить одну из сделанных им работ: составить схему, подобрать приборы к работе, собрать установку, включить все приборы и в присутствии учителя и учащихся произвести необходимые измерения.

При выполнении всех лабораторных работ, связанных с измерениями, обязательно вычислять погрешности измерений и окончательные результаты определять с учётом оценки точности измерений. Простейшие способы подсчёта погрешностей измерений указаны в руководстве (12).

От учащихся требовалась предварительная подготовка к каждой лабораторной работе. Эта подготовка проводилась в читальном зале школы, где учащиеся знакомились с описаниями к работам, отпечатанными на машинке и оформленными в папках. Рекомендованной литературой к каждой работе, кроме учебников по физике, учащиеся могли пользоваться и при выполнении работ в кабинете.

Учащимся, знакомым с основами электрорадиотехники, давались дополнительные более сложные задания, например, работа с электронным осциллографом, с универсальными измерительными приборами и с радиоппаратурой.

Как уже сказано выше в 1956/57 учебном году занятия по электротехнике мы проводили по новой программе, которая в большей степени отвечает задаче политехнической подготовки учащихся. Работы, аналогичные нашим, можно поставить и во всех других школах, работающих по старой программе.

Изучение электротехники лучше начинать со второй четверти. К этому времени учащиеся будут знать по электричеству в курсе физики законы постоянного тока и основные электромагнитные явления.

Практикум по электротехнике существенно отличается от лабораторных работ по электричеству в физике. В курсе физики главное внимание обращается на изучение и понимание физических явлений и законов, их значение в природе и технике. Указывается также где и как применяются эти явления и законы на практике — в производстве и быту. Приборы и установки, используемые для изучения физических закономерностей, рассматриваются скорее как орудие исследования, а не объекты изучения.

В курсе электротехники средней школы на основе законов физики учащиеся должны конкретно изучить назначение, принцип действия, устройство, конструкцию и работу наиболее распространенных электроизмерительных приборов, электродвигателей, генераторов электрической энергии и т. д.; причем сами эти устройства являются объектами исследования. Это изучение, конечно, включает привитие учащимся навыков и умений в обращении со всеми этими устройствами.

Правильно поставленный практикум по электротехнике в хорошо оборудованном кабинете или лаборатории развивает творческие технические способности учащихся и дает им весьма полезные практические умения, необходимые для последующей трудовой деятельности на производстве.

По курсу электротехники учащимся демонстрировался фильм «Применение электрической энергии в сельском хозяйстве».

Желательно провести несколько экскурсий на электростанции и другие электротехнические объекты, хорошо их подготовив и организовав.

Наш опыт преподавания электротехники в средней школе (мы описываем только первую часть) показал, что учащиеся 10-х классов 1-й школы им. В. И. Ленина достаточно хорошо изучили технические электроизмерительные приборы, научились читать и понимать электрические схемы, собирать по ним установки, подбирать необходимые приборы, расширять их пределы измерений, снимать показания приборов, проверять приборы, соблюдать правила по технике безопасности при работе.

Приложение № 1

Список лабораторных работ по электротехнике (1 цикл) и график их выполнения

1. Шунтирование и градуировка амперметра.
2. Расширение пределов измерения вольтметра.
3. Проверка ваттметра с помощью вольтметра и амперметра.
4. Градуировка омметра.
5. Проверка работы индукционного счетчика однофазного тока.

График

№№	Фамилия учеников	Дата выполнения работ				
		25/XI	2/XII	9/XII	16/XII	23/XII
1		3	4	5	1	2
2		3	4	5	1	2
3		3	4	5	1	2
4		4	5	1	2	3
5		4	5	1	2	3
6		4	5	1	2	3
7		5	1	2	3	4
8		5	1	2	3	4
9		5	1	2	3	4
10		1	2	3	4	5
11		1	2	3	4	5
12		1	2	3	4	5
13		2	3	4	5	1
14		2	3	4	5	1
15		2	3	4	5	1

Приложение № 2

Правила и методика работы учащихся в кабинете электротехники

1. К очередным лабораторным работам (по графику) учащиеся обязаны предварительно готовиться. В эту подготовку входит: изучение теории вопроса и метода работы и составление формы отчёта.

2. В кабинет электротехники учащиеся приходят с тетрадью по электротехнике, в которой должно быть записано:

а) формулы для расчётов;

б) схема установки для измерений;

в) форма протокола измерений.

3. Перед началом работы каждый учащийся должен принять своё рабочее место с находящимися на нём приборами у преподавателя или лаборанта. Проверить наличие и исправность прибора на рабочем месте. Поставить все измерительные приборы на максимальные пределы измерений, напряжение на выходе трансформатора на минимум, сопротивления на наибольшую величину.

4. Воспрещается без разрешения переносить приборы с одного рабочего места на другое, разбирать и исправлять их. О замеченных неисправностях приборов учащиеся обязаны сообщить преподавателю или лаборанту.

5. При сборке схем электрических цепей сначала собирают последовательную цепь, а затем присоединяют параллельные разветвления.

6. Подключение установок или схем к источникам энергии допускается лишь после проверки преподавателем или лаборантом правильности сборки, установки или схемы. Всякие пере-

ключения в схеме (установке), присоединение или отключение тех или иных частей производить только после отключения источников энергии.

7. Результаты измерений записать в заранее заготовленную таблицу, указав единицы измерений.

8. Окончив измерения (наблюдения и отчёты), не разбирая установку или схему, необходимо подсчитать результаты измерений и вычислений и показать полученные результаты преподавателю. Лишь после утверждения результатов измерений преподавателем учащиеся могут разбирать установку и сдавать рабочее место.

9. Выполнив все измерения и получив удовлетворительный результат, учащийся в кабинете (если остается время) или дома обрабатывает экспериментально полученный материал, оформляет и сдает преподавателю отчёт по выполненной работе до начала следующей очередной работы.

В отчёт включается:

1. Номер и название работы.
2. Цель и задача работы.
3. Программа работы.
4. Формулы для расчёта.
5. Схема установки.
6. Перечень приборов.
7. Таблицы с результатами наблюдений и измерений.
8. Вычисление искомых величин с оценкой точности измерений; соответствующие графики.
9. Ответы на контрольные вопросы.

Приложение № 3

Примерный отчет ученика о выполнении лабораторной работы.

Лабораторная работа № 2

Расширение пределов измерения вольтметра.

Цель работы: Научиться рассчитывать дополнительные сопротивления для расширения пределов измерения вольтметра, градуировать его и определять погрешности, даваемые прибором.

Программа работы:

1. Изучить теорию вопроса:

а) А. В. Перышкин «Курс физики», ч. III, § 48 (изд. 1956 г.);

б) данное руководство.

2. Познакомиться с приборами, находящимися на рабочем месте, записать технические данные их.

3. Рассчитать добавочное сопротивление к вольтметру на 30 в. с внутренним сопротивлением 150 ом, чтобы с добавочным сопротивлением он измерял бы напряжение до 120 в.

4. Использовать в качестве добавочного сопротивления вольтметра штепсельный магазин сопротивления.

5. Собрать схему, данную на рис. и произвести градуировку вольтметра с добавочным сопротивлением.

6. Ответить на контрольные вопросы.

Для расширения пределов измерения вольтметров применяются дополнительные сопротивления, включаемые последовательно с вольтметром.

Рассчет дополнительного сопротивления производится по формуле $R_д = ч_в\ (n—1)$

$R_д$ — дополнительное сопротивление

$Ч_в$ — внутреннее сопротивление вольтметра

$П$ — число, показывающее во сколько раз увеличивается предел измерения вольтметра.

R — реостат (потендиометр) 1500 ом; 0,4 А.

$V_{эт}$ — эталонный вольтметр на 150 в.

V — градуируемый вольтметр на 30 в.

$R_д$ — дополнительное сопротивление.

K — ключ.

Таблица измерений

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U — показания градуируемого в делениях шкалы:	3	6	9	12	15	18	21	24	30
$U_{эт}$ — показания эталонного в вольтах. . .	13	25	36	49	61	73	85	95	120

Вычисление дополнительного сопротивления.

$n = 4$

$r_в = 150$ ом.

$R_д = r_в\,(n — 1) = 150$ ом$\cdot 3 = 450$ ом.

$R_д = 450$ ом берем из магазина сопротивлений.

Ответы на контрольные вопросы

1. В чем заключается различие в устройстве вольтметров и амперметров и чем оно вызвано?

Вольтметр имеет большое $R_{внут}$., так как он включается параллельно в цепь.

Сравнение показаний проградуированного вольтметра с образцовым вольтметром

№№ пп	U в	$U_{эт}$ в	$\Delta U = U_{эт} - U$ в	$\frac{\Delta U}{U}$ %	$\frac{\Delta U_{ср}}{U_{ном.}}$ %
1	12	13	1	12	
2	24	25	1	4	
3	36	36	0	0	
4	48	49	1	2	
5	60	61	1	1,7	0,6
6	72	73	1	1,4	
7	84	85	1	1,2	
8	96	95	1	1	
9	120	120	0	0	

Номинальная относительная ошибка.

$$\frac{\Delta U_{ср}}{U_{ном.}} = \frac{0{,}7\ в}{120\ в} \cdot 100\% \approx 0{,}6\%.$$

Амперметр имеет малое $R_{внут.}$, так как включается последовательно в цепь.

2. Как расширение пределов измерения прибора отражается на его чувствительность?

С увеличением предела измерения прибора чувствительность прибора уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первухин М. Г. Доклад о государственном плане развития народного хозяйства СССР на 1957 год.
2. Федосеев П. Г. «Электротехника», изд. «Искусство».
3. Булатов Н. П. «Внеклассные занятия по электротехнике в средней школе». Учпедгиз.
4. Рабчинская Г. И. «Радиотехнические материалы». Госэнергоиздат.
5. Китаев Е. В. и Гревцов Н. Ф. «Курс общей электротехники. Госэнергоиздат.
6. Путилов К. А. «Курс физики», т. 2, 1956 г.
7. Журнал «Физика в школе» № 3, 1955 г. № 6, 1955 г.; № 2, 1956 г.; № 4, 1956 г.
8. Журнал «Техника молодежи» № 1—2 за 1956 г.
9. Китаев В. Е., Петров В. К. и Шляпинтох Л. С. «Электротехника». Учебник для ремесленных училищ неэлектротехнических профессий, 1956 г.
10. Попов В. С., Манусов Н. Н., Николаев С. А. «Электротехника». Госэнергоиздат, 1956 г.
11. Маянский Е. И. «Организация практикума по электротехнике в средней школе». Из опыта работы. Учпедгиз, 1956 г.
12. Покровский А. А. и Зворыкин Б. С. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе.
13. Журнал «Политехническое обучение» № 3, 1957 г.

Профессор НЕФЕДОВ Н. И.

СПЕЦПРАКТИКУМ ПО ЗООЛОГИИ

Спецпрактикум по зоологии для студентов старших курсов факультета естествознания педагогических институтов является одной из завершающих практических дисциплин, способствующих подготовке учителей-биологов к практическому осуществлению задач политехнического обучения учащихся средней школы. Проведение этого практикума, по которому отсутствуют программы, как показала наша многолетняя работа на кафедре зоологии Сталинградского, а позднее Ульяновского педагогического института должно базироваться на практическом материале, изучаемом студентами по зоологии беспозвоночных и позвоночных, на летней полевой практике, по методике естествознания и основам дарвинизма. Практическое и теоретическое изучение студентами указанных дисциплин обеспечивает возможность организации и проведения такого спецпрактикума по зоологии, который повысил бы качество подготавливаемых специалистов к самостоятельной работе в школе. Важное значение проведения такого спецпрактикума определяется еще и тем, что он проводится на местном — краеведческом материале и вытекает из потребностей школы при прохождении учащимися курсов зоологии и основ дарвинизма. Проведение этого практикума связано с самостоятельной работой студентов (конечно, под руководством преподавателя!), которая способствует выработке у них навыков и умений в изготовлении тематических объектов, обогащающих школьный биологический музей учебно-наглядными пособиями в виде сухих и влажных препаратов, энтомологических и биологических коллекций, скелетов, тушек, чучел позвоночных животных и т. д. Это тем более важно, что осуществление принципа всеобщего обязательного среднего образования потребует расширения сети полных и неполных средних учебных заведений и вместе с этим создания материальной базы в виде оборудования. Фабрики и мастерские учебно-наглядных пособий не в состоянии обеспечить всех запросов школ по сле-

дующим трем причинам: а) их большой сети, б) различных запросов, учитывая размещение школ в разных природных зонах обширной территории Советского Союза, в) сравнительно быстрого изнашивания учебно-наглядных пособий и необходимости их постоянной замены и пополнения объектами краеведческого характера. Известно, что учебно-воспитательная работа в школе, особенно по естественным наукам, может быть наиболее эффективной только в том случае, если она в значительной мере строится на местном краеведческом материале. А чтобы осуществить этот принцип в условиях полной и неполной средней школы, учитель-биолог обязан относительно хорошо знать неорганическую природу, животный и растительный мир местного края. Знать же богатство местного края возможно только при условии его глубокого изучения в конкретной действительности, а не по учебной и научной литературе. Это означает, что современный учитель-биолог в условиях советской действительности в решении учебно-воспитательных задач в какой-то мере должен быть исследователем. Его исследовательская деятельность должна идти как в направлении подыскания наиболее действенных форм и методов своей классной и внеклассной работы, так и в направлении всестороннего и глубокого изучения неживой и живой природы местного края, конечно, с предварительным ознакомлением с существующей краеведческой литературой. Учитель-биолог, не знающий местного края, не изучающий неорганический и органический мир района, в котором находится его школа, невольно должен превратиться в начетчика, строящего учебно-воспитательную работу на изучении природы не в действительных формах ее проявления, а в формах проявления ее в стабильных учебниках. В связи с этим, как правило, в большинстве наших школ изучается не окружающая нас природа, а природа учебника. Ясно, что теоретические положения стабильного учебника остаются обязательными для изучения учащимися. Что касается фактического материала, то он должен подбираться учителем-биологом с учетом специфических особенностей природы местного края, его растительного и животного мира. Конечно, это не означает, что в школьном курсе зоологии не должны изучаться яйцекладущие или сумчатые млекопитающие, как не встречающиеся в природных условиях нашей Родины. Теоретическое значение изучения этих животных исключительно велико, т. к. позволяет решать вопросы филогенетических отношений между отдельными группами животных. Включение этих объектов в курс зоологии средней школы тем более необходимо, что с методологической точки зрения, многообразие животного мира должно рассматриваться и рассматривается как единая органическая система, элементы которой находятся то в более близких, то в более отдаленных родственных отношениях, отражающих процесс эволюционного развития органического мира. С другой стороны, какая надобность в детальном

изучении майского жука или азиатской саранчи, как это описывается в стабильном курсе зоологии средней школы, если в природной зоне расположения школы они не встречаются! В последнем случае о таких животных можно лишь упомянуть, как о важных вредителях лесного и сельского хозяйства, однако, в качестве представителей класса насекомых необходимо выбирать такие виды, которые характерны для природы местного края. Такой подход в изучении зоологии в средней школе будет только способствовать практическому решению указаний XX съезда КПСС о политехническом обучении учащихся и большему приближению к жизни. Вольное или невольное пренебрежение к принципу изучения или познания природы местного края приводит к тому, что учитель-биолог боится этой местной природы и всячески избегает такой формы внеклассной работы, как экскурсии в природу или превращает эти экскурсии в простую прогулку, т. к. от такой экскурсии обычно не остается никаких следов в виде текстов докладов учащихся на заседании биологического кружка, изготовленных учащимися соответствующих коллекций, препаратов и т. д.

Тематический характер работ по спецпрактикуму важен и с точки зрения решения задач эстетического воспитания учащихся. Тесный контакт с природой местного края, с многообразием ее представителей животного и растительного царства является непременным условием к воспитанию у человека чувства понимания прекрасного, всего того, что так облагораживает его. Пластичность природы детского организма как нельзя лучше способствует эстетическому воспитанию. Пренебрегать этим в учебно-воспитательной школьной и внешкольной работе было бы просто недопустимой и ничем неоправдываемой ошибкой.

Спецпрактикум мы строим, главным образом, на материалах по беспозвоночным животным и, в первую очередь, по членистоногим. Объясняется это тем, что: а) беспозвоночные наиболее многочисленны в видовом отношении; на долю только насекомых приходится около 75% от общего количества видов животного царства; это исключительное богатство видов невольно привлекает к себе внимание во время проведения весенне-летних экскурсий, и, следовательно, насекомые являются наиболее доступными в отношении их массовых сборов; б) на примере беспозвоночных значительно легче показать многообразие биологических явлений в виде изменчивости, полового диморфизма, полиморфизма, защитных приспособлений и т. д.; в) при современных затруднениях в школьной работе (двухтрехсменность, иногда отсутствие специальных кабинетов, ограниченность средств) позволяет избежать громоздкости в изготовлении разнообразных видов учебно-наглядных пособий с использованием позвоночных животных. Конечно, это не значит, что не должны изготавливаться спиртовые препараты, коллек-

ции, скелеты, тушки и чучела позвоночных. Однако, роль последних в школьном биологическом музее будет ограниченной учебным материалом школьных программ по естественным дисциплинам.

Приведем список возможных тематических коллекций, изготовление которых не будет связано с большими материальными затратами. В этот список мы включаем:

1. Единство в многообразии животного мира,
2. Половой диморфизм,
3. Лиморфизм,
4. Пигментная и структурная окраска насекомых,
5. Покровительственная окраска,
6. Угрожающая окраска,
7. Предупреждающая окраска,
8. Мимикрия и миметизм,
9. Индивидуальная изменчивость,
10. Защитные приспособления,
11. Организм и среда,
12. Форма и функция,
13. Полезные насекомые,
14. Вредные насекомые,
15. Вредители полевых культур,
16. Вредители огородных культур,
17. Вредители садовых культур,
18. Первичные вредители леса,
19. Вторичные вредители леса,
20. Вредители в складских помещениях,
21. Паразиты человека и домашних животных,
22. Химические средства борьбы с вредителями,
23. Симбиоз и паразитизм,
24. Насекомые с неполным превращением,
25. Насекомые с полным превращением,
26. Мягкотелые нашей области,
27. Ракообразные нашей области,
28. Паукообразные нашей области,
29. Многоножки нашей области,
30. Животные и растения.

Понятно, что приведенным списком не исчерпываются возможности в изготовлении тематических коллекций. Так, например, при наличии в водоемах области больших скоплений пресноводных перловиц, почему бы не изготовить коллекцию основных процессов производства перламутровых пуговиц? При обнаружении массовых скоплений пластинчатожаберного моллюска дрейсены, почему бы не изготовить коллекцию, иллюстрирующую биологическое явление своеобразного колониализма, как средства, обеспечивающего возможность размножения неподвижных и раздельнополых особей вида? Наконец, возможно и желательно составление коллекций, иллюстрирующих характер

повреждений разными видами вредителей сельскохозяйственных культур и древесно-кустарниковых пород. Все это будет определяться инициативной учителя-биолога. Что касается рабочих материалов (животных объектов!), то они в неограниченных размерах могут быть получены при проведении любой экскурсии в природу.

Рабочие материалы и оборудование для спецпрактикума

Из приведенной примерной тематики видно, что значительная доля работ связана с изготовлением систематических и, главным образом, биологических коллекций. Известно, что на местах, особенно в школах отдаленных от центра районов, совершенно невозможно приобрести энтомологические коробки. А если бы они даже и были в продаже, то в силу относительно высоких цен и большой потребности в них, не каждая школа располагает материальными возможностями приобретения их в достаточных количествах. Надо сказать, что не всегда этими возможностями располагают и педагогические институты. Однако, из затруднительного положения как-то следует выходить. При искреннем желании со стороны учителя-биолога и при проявлении должной инициативы и настойчивости выход может быть найден. Этот выход не потребует больших материальных затрат со стороны школы и основывается он на использовании почти отбросов торгующих и производственных организаций. В любом магазине совершенно бесплатно и в неограниченных количествах всегда можно получить малого и большого размера коробки из-под мулине, ниток, конфект, печенья, чулок, носок, папирос и т. д. В аптеках и больницах на таких же выгодных для школы условиях можно получить коробки из-под глюкозы, хлористого кальция и других медицинских препаратов. В фотолабораториях, артелях и мастерских в изобилии имеются выбрасываемые, как ненужные, коробки из-под фотопластинок и фотобумаги; здесь же можно получить и черную оберточную бумагу и т. д. Опыт проведения спецпрактикума показывает, что без затраты каких-либо средств, мы всегда получали и получаем от указанных выше организаций необходимые для нас материалы и обеспечиваем ими студенческие группы в 30 человек в течение всего учебного года. О количественной стороне наших потребностей в этих материалах можно судить уже потому, что все работы проводятся в индивидуальном порядке, а изготовленные студентами коллекции поступают в их полное распоряжение. Последнее очень важно, т. к. все то, что изготовляется студентами, послужит основой для создания биологического музея той школы, в которую будет назначен выпускник. Надо заметить, что руководители торгующих и производственных организаций всегда охотно удовлетворяют наши просьбы. Охотно они шли нам навстречу еще и потому, что в целом

ряде случаев, освободившиеся от товаров коробки, при большом их скоплении, сжигались или использовались на растопку.

Несколько сложнее будет обстоять дело со стеклом, необходимым для остекления коробок. Однако, и в этом случае выход из затруднительного положения может быть найден. Из битого оконного стекла, не находящего применения в хозяйстве, или же из обрезков в работе стекольщика, в любом количестве можно нарезать стекла в соответствии с размерами крышки коробок. При отсутствии в школе алмаза эта работа может быть связана с незначительными денежными затратами на оплату труда стекольщика. При тесном же контакте школы с прилежащим колхозом или совхозом и этих незначительных затрат можно избежать. Наконец, при отсутствии стекла для остекления энтомологических коробок можно использовать заменители в виде целофана или очищенных негативов на пленке или стекле.

Из других материалов, связанных с изготовлением энтомологических коробок, необходимо иметь конторский клей, вату, бумагу для этикеток, тушь, белые и черные нитки и другие подсобные материалы, приобретение которых связано с некоторыми затратами.

Из специального рабочего оборудования на каждых двух студентов желательно иметь: ножницы, скальпель, линейку с миллиметровыми делениями, лезвие от безопасной бритвы, ручку с чертежным пером, лупу или бинокуляр.

Справочные руководства приводятся в списке литературы.

Изготовление энтомологической или биологической коллекции

В изготовлении энтомологических и биологических коллекций могут быть две возможности: а) изготовление из коробок из-под папирос, мулине, глюкозы, хлористого кальция и т. д. и б) из картона. В том и другом случае изготовленные коллекции могут быть с открывающейся или с наглухо заделываемой крышкой. Коллекции с открывающейся крышкой имеют за собой преимущества в сравнении с коллекциями с наглухо заделываемой крышкой. Эти преимущества состоят в том, что при естественной порче объектов (например, при изменении пигментной окраски под воздействием солнечных лучей или при повреждении жуками ворами-притворяшками и другими вредителями), последние всегда могут быть заменены новыми, более свежими. Кроме того, коллекция с открывающейся крышкой может дополняться новыми и более интересными объектами в сравнении со старыми.

Техника изготовления энтомологической и биологической коллекции из готовой коробки из-под папирос, мулине, глюкозы и т. д. весьма проста и не требует большой затраты времени. На верхней или нижней стороне крышки карандашом с помощью линейки, отступя 4—5 мм от краев, наносятся линии — стороны

прямоугольного параллелограмма. По намеченным на крышке линиям острым скальпелем или лезвием безопасной бритвы вырезается окно. В результате этого крышка принимает вид своеобразной рамки для вставки стекла. Прежде чем вставлять стекло, стенки рамки как сверху, так и снизу окантовываются — оклеиваются полосками черной оберточной бумаги из под фотопластинок, фотопленок или фотобумаги. После окантовки рамки, алмазом или резцом вырезается стекло с таким расчетом, чтобы оно свободно входило в рамку с ее нижней стороны. Нижняя сторона рамки смазывается клеем. Не давая клею затвердеть, вырезанное стекло быстро вкладывается в рамку и придавливается каким-нибудь грузом. Минут через десять стекло оказывается прочно приклеенным к стенкам рамки. С помощью узких полосок черной бумаги (8—10 мм) и клея стекло прочно закрепляется. Таким образом, крышка энтомологической или биологической коллекции (правда, в виде пока коробки) оказалась остекленной. Минут через пять полосками черной бумаги с наружной и внутренней стороны окантовываются стенки собственно коробки. На дно изготовленной коробки кладется небольшое количество нафталина, который прикрывается ватой. На вату, в зависимости от характера коллекции, раскладываются те или иные объекты. Таким образом, коллекция почти готова. Остается лишь этикетировать объекты ее.

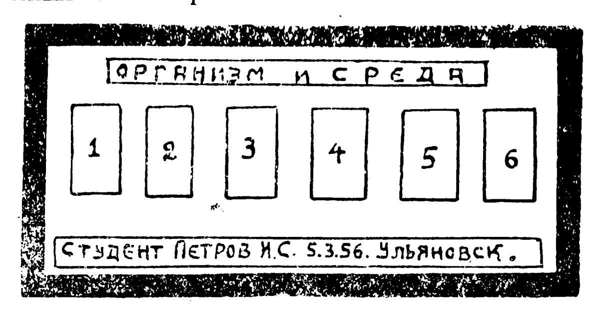


Рис. 1.

К наружной стенке дна биологической коллекции приклеивается откладной листок бумаги с соответствующими обозначениями. Например, для коллекции на тему: «Организм и среда»: 1. Медведка. 2. Водолюб. 3. Кузнечик. 4. Богомол. 5. Водяной скорпион и т. д. Расположение этикеток в коллекции показано на рисунке-схеме № 1.

Таким способом можно изготовить достаточное количество энтомологических и биологических коллекций с тем, чтобы принцип наглядности в преподавании зоологии и основ дарвинизма содействовал более глубокому усвоению знаний учащимися и в то же время помогал воспитанию учащихся в духе материалистического мировоззрения.

Изготовление коробок из картона так же не представляет из себя большой сложности, однако, связано с большими затратами времени. В соответствии с заданными размерами энтомологической коробки вырезается картонная полоса, которая и служит основой для изготовления коробки. Предположим, что нужно изготовить коробку размером 15 × 10 см. Учитывая, что боковые стенки коробки (ее высота) должны быть 15 мм, мы делаем расчеты ширины и длины вырезаемой полоски картона. В данном случае, длина полоски будет равняться 16,5 см, а ширина 11,5 см. Отступя от краев вырезанной полоски 1,5 см, карандашом наносим линии сгиба (а и б), а образовавшиеся по углам четырехугольники размером 1,5 × 1,5 см вырезаем (в). Крылья по линиям сгиба а и б с помощью линейки загибаем к верху так, что за их счет образуются боковые стенки коробки. В местах соприкосновения длинных (15 см) и коротких (10 см)

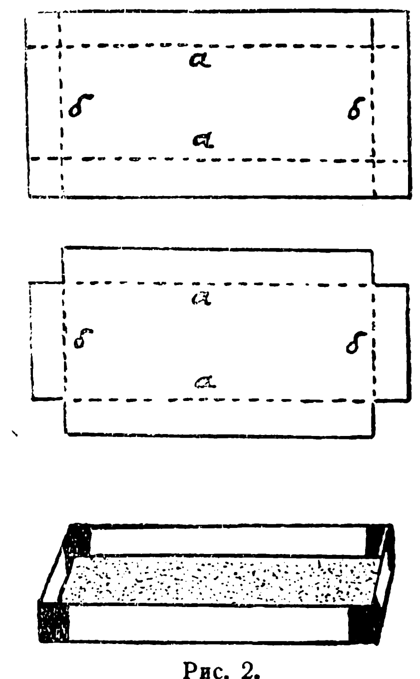


Рис. 2.

крыльев, как с наружной, так и с внутренней стороны накладываем смазанные клеем черные полоски бумаги размером 1,5 × × 2 см. Таким образом получилась у нас основная часть энтомологической коробки. Приступаем к изготовлению крышки коробки, которая будет иметь вид рамки. Естественно, что последняя по своим размерам должна быть несколько больше накрываемой коробки. Из картона вырезаем полоску длиной в

52 см и шириной в 2 см. Длина этой ленты складывается из суммы длины и ширины коробки ($15{,}2 + 10{,}2 = 50$ см и $+ 2$ см в запас для склеивания рамки крышки). По длине ленты, отступя от одного из краев 0,5 см, проводим карандашом пунктирную линию, как линию сгиба. В соответствии с размерами наружных сторон стенок коробки на картонной ленте делаем треугольные вырезки а, б, в, г. В местах вырезок, совпадающих с углами коробки, по ширине ленты делаются сгибы, а свобод-

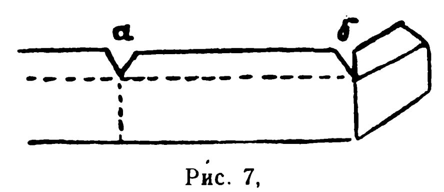


Рис. 7.

ные концы ленты склеиваются. После этого такой же сгиб делается по продольной пунктирной линии (между вырезками). Получившаяся рамка крышки коробки окантовывается черной бумагой и остекляется.

Естественно, что руководитель спецпрактикума на первых же занятиях со студентами сам показывает и проделывает все процедуры по изготовлению энтомологических и биологических коробок.

Тематические коллекции и замечания к ним

Предлагаемый выше список коллекций может расширяться или, наоборот, сокращаться. Это будет диктоваться потребностями учебно-воспитательного процесса. Содержание изготовленных коллекций и анализ школьных программ по зоологии и основам дарвинизма позволит решить вопрос об их использовании в соответствующих разделах изучаемого материала. В условиях школьной работы количество коллекций по отдельным темам должно быть достаточным в такой мере, чтобы в лучшей степени обеспечить осуществление принципа наглядности в преподавании.

1. **Тема: «Единство в многообразии животного мира».** Эта тема изучается в курсе зоологии и основ дарвинизма. В первом случае учащиеся знакомятся с основными систематическими категориями: вид, род, семейство, отряд, класс, тип, а во втором — на примере взаимоотношений систематических категорий вскрывается единство в многообразии животного мира, как результат его длительного эволюционного развития. Для изучения этого раздела зоологии и основ дарвинизма, в целях осуществления принципа наглядности в преподавании, лучше всего избрать класс насекомых, как самый многочисленный по видимому составу и широко представленный в окружающей нас природе. Схема коллекции по данной теме может выглядеть в следующем виде:

Класс — **насекомые:** пестрый кузнечик, коромысло, майский жук и др.

Подклассы: 1. **Первичнобескрылые** и 2. **Крылатые** (пример: жук-олень), (пример: сахарная чешуйница).

Отряды: 1. Прямокрылые. 2. Стрекозы. 3. Клопы. 4. Жуки и т. д.

Семейства: 1. Кузнечиковые. 2. Саранчевые. 3. Сверчковые.

Роды: 1. **Теттигония.** 2. Метриоптера. 3. **Дектикус** и др.

Виды: 1. Обыкновенный зеленый кузнечик.
2. Кузнечик зеленый южный. 1. Пестрый кузнечик.
3. Кузнечик кантанс. 2. Скакун белолобый.

Само собой разумеется, что при составлении коллекции можно взять другие виды, роды. Это будет определяться наличием рабочих материалов.

Ознакомление с данной коллекцией (после соответствующего анализа) позволит сделать следующие заключения: а) мир насекомых, составляющий почти 75% от общего количества видов животных, действительно многообразен; б) в этом многообразии мы видим единство; в) единство в многообразии насекомых, как и во всем животном царстве, является результатом его длительного эволюционного развития. О многообразии животного мира можно судить хотя бы уже потому, что только одних жуков насчитывается около 200 тысяч видов, клопов свыше 22 тысяч, бабочек свыше 80 тысяч видов и т. д. Об единстве в многообразии видов животных судим на основании установления общих особенностей в организации. Так, например, для насекомых общими характерными особенностями являются: а) гетерономная сегментация тела, б) три пары расчлененных конечностей, в) как правило, наличие крыльев — органов полета. Установление общих особенностей в морфологии, анатомии, эмбриологии и т. д. позволяет утверждать об общности происхождения всех видов животных, что эта общность является результатом длительного эволюционного развития животного мира. В самом деле, разные виды одного рода Теттигония (обыкновенный зеленый, зеленный южный и кузнечик кантанс (хотя и отличаются друг от друга, но в тоже время и сходны между собой по признакам рода в виде округлых подошвенных лопастей первого членика коротких задних лапок. Для рода Теттигония, Дектикус, Метриоптера и других характерны свои специфические особенности и в то же время им свойственны общие особенности в виде тонких и длинных усиков, саблевидного яйцеклада самок и т. д., что дает возможность объединить все эти роды в одно семейство Кузнечиковых. Прямые надкрылья, грызущий ротовой аппарат, прыгательный тип задних конечностей и ряд других общих особенностей позволяют кузнечиковых, саранчевых и сверчковых объ-

единить в более высокую систематическую категорию — отряд прямокрылых и т. д. Таким образом, современная естественная система животного мира, при всем его многообразии, отражает собой не только генетические отношения между его элементами (начиная от видов и кончая типами), но и указывает на основные пути эволюционного развития животных.

2. Тема: **«Половой диморфизм».** Вопрос о половом диморфизме изучается в курсе зоологии при прохождении класса насекомых, птиц и млекопитающих и в курсе основ дарвинизма в разделе «Половой отбор». Объекты, иллюстрирующие тему: (см. табл. на стр. 216).

Список объектов можно было бы продолжить. Однако, и этого вполне достаточно, чтобы показать: а) широкое распространение среди наших насекомых морфологических отличий самцов от самок, б) разные формы проявления полового диморфизма. Из приведенного списка видно, что внешние половые различия у разных видов насекомых затрагивают самые разнообразные признаки, проявляющиеся в размерах тела, в характере развития крыльев, усиков, окраске, яйцеклада, рогов и т. д. Приспособительный характер этих отличий совершенно очевиден. Более резко выраженная покровительственная окраска самок непарного шелкопряда определяет наибольшую их выживаемость, что так важно в сохранении вида. Способность наибольшего изучения холодного света самками жука светляка обеспечивает возможность встречи с самцами, тем более, что самки не летают и, в связи с этим, не имеют крыльев. Яйцеклад самок пестрого и других видов кузнечиковых, как отличительная особенность от самцов, является функциональным органом, обеспечивающим самкам возможность яйцекладки, и, следовательно, способствующим сохраненению и выживанию вида. Более сильно развитые органы обоняния у самцов майского жука обеспечивают возможность более быстрого нахождения самки. Сильно развитые «рога» (верхние челюсти-жвалы) у самца жука-оленя и рог самца жука-носорога — это защитное средство в борьбе за обладание самкой в период размножения и т. д.

Явление полового диморфизма среди насекомых резко отличается от полового диморфизма птиц и млекопитающих. У последних проявление вторичнополовых признаков связано с гормональной деятельностью половых желез. У насекомых развитие отличительных признаков самцов от самок не связано с деятельностью половых желез и является особенностью исторически сложившейся и передаваемой по наследству из поколения в поколение. Функциональное значение биологического явления полового диморфизма во всем животном царстве доказано Дарвином и является результатом действия полового отбора, вытекающего из сложнейших внутривидовых взаимоотношений, сложившихся в ходе длительного эволюционного развития животного мира. Учитывая, что у разных самцов одного и того же вида отличительные

Вид	Самка	Самец
1. Жук носорог	Переднеспинка в передней части с вдавлением	Переднеспинка с большим выступом с угловатыми краями
2. Майский жук	Пластинки булавы усиков небольшие, как и булава	Булава усиков из длинных и широких пластинок
3. Черный таракан	Надкрылья укороченные, боковые, лопастевидные	Надкрылья немного короче брюшка
4. Жук олень	Голова нормальная, с небольшими, обычного типа жвалами	Голова сильно расширена, с большими ветвящимися жвалами, имеющими вид рогов оленя
5. Жук плавунец окаймленный	Надкрылья с продольными желобками	Надкрылья гладкие, без продольных желобков—борозд
6. Пестрый кузнечик	На вершине брюшка саблевидный яйцеклад	Нет саблевидного отростка
7. Капустная белянка	На передних крыльях, кроме черного вершинного пятна, имеются два черных пятнышка	Имеется только одно вершинное черное пятно
8. Жук майка	Усики без коленчатого изгиба по середине, длина тела до 32 мм, надкрылья укорочены	Усики по середине с коленчатым изгибом. Размеры меньше
9. Непарный шелкопряд	Длина 55—65 мм. Передние крыля серовато-белые. Брюшко с волосистой подушечкой	Длина 35—40 мм. Передние крылья серо-коричневатые. Усики перистые.
10. Скорпионница	Вершинные сегменты брюшка обычного типа	Вершинные сегменты брюшка видоизменены и загибаются к верху
11. Жук светляк	Черо-бурая; крылья и надкрылья отсутствуют	Буровато-серый. Крылья и надкрылья имеются

признаки пола развиты по разному, становится понятным их функциональная роль и относительное значение.

Составление коллекции по данной теме на местном материале будет способствовать более прочному закреплению теоретических сведений и материалистических представлений по вопросу биологического явления полового диморфизма.

3. Тема: «Полиморфизм». Биологическое явление полового диморфизма связано с функциональными особенностями особей разного пола в пределах вида. В связи с этим полиморфизм, как явление многоформия в пределах вида, должен рассматриваться как дальнейшее усложнение отличий особей друг от друга, возникновение которых определилось выполнением различных функций в пределах колонии. Местная фауна и, особенно фауна в пределах класса насекомых, доставляет в качестве иллюстрации некоторые примеры к этому. В коллекции по полиморфизму могут найти место следующие представители:

а) медоносная пчела: самец-трутень, самка-царица, рабочая пчела,

б) рыжий лесной муравей: самец, самка, рабочие.

С точки зрения мичуринской биологии и павловской физиологии форма и функция рассматриваются в единстве, однако, ведущая роль в этом единстве принадлежит функции. В ходе длительного эволюционного развития животного мира функциональная роль, выполняемая особью в составе колонии, привела к формированию отличительных морфологических особенностей — отличий одних особей от других. Эти морфологические отличия, как следствие выполняемой функции в составе колонии, представлены для некоторых полиморфных видов ниже:

Вид	Самец	Самка-матка	Рабочие
Медоносная пчела	Длина тела 14—17мм. Вершина крыльев заходит за вершину брюшка; продолжительность жизни от недели до м-ца.	Длина тела 20—25 мм; вершина крыльев не достигает вершины брюшка; живет до 5 лет.	Длина тела 12—15 мм; вершина крыльев достигает вершины брюшка; продолжительность жизни: летом — 27—35 дней, а зимой 8—9 месяцев
Рыжий лесной муравей	Длина тела 9—11 мм; Крылья есть; матово-черная окраска; продолжительность жизни—несколько месяцев	Длина тела 9—11 мм; Крылья отваливаются после брачного полета; окраска более яркая с блестящим оттенком; живет несколько лет.	Длина тела 4—9 мм; бескрылые. Живут около года

Пчелы и муравьи являются прекрасными объектами для иллюстрации и другого положения материалистической биологии — роли пищи в формировании особей вида. Так, например, у пчел из оплодотворенных яичек развиваются самки-матки и рабочие пчелы, что связано с родом и качеством пищи. Рабочие пчелы — это тоже самки, только недоразвитые в половом отношении. Личинки на рабочих пчел вскармливаются менее качественной пищей в виде перги — пыльцы растений, залитой медом. Наоборот, личинки на самок-маток вскармливаются молочком, представляющим из себя продукт выделения слюнных желез рабочих пчел. Молочко характеризуется исключительно высокой питательностью, т. к. оно состоит из 18% белка, 8% жира и 14% сахара. Этот высококачественный корм не только способствует развитию личинки в матку (конечно, через прохождение стадии куколки), но и определяет более быстрые темпы этого развития. Развитие матки завершается в 16—17 дней, в то время как для развития рабочей пчелы требуется до 24 дней.

4. Тема: «Типы окраски насекомых». Каждый из нас неоднократно восхищался разнообразием цветовых вариаций у насекомых. Красный, желтый, черный, зеленый, голубой, оранжевый, белый, бурый, серый, синий и другие цвета в окраске наших насекомых невольно привлекают к себе внимание даже случайных наблюдателей. Однако несмотря на разнообразие окраски наружных покровов насекомых с точки зрения ее происхождения, все цветовые вариации могут быть распределены по следующим трем группам: пигментная, структурная и смешанная. Пигментная окраска определяется наличием в хитине и гиподермальных клетках различно окрашенных пигментных зерен. Последние обусловливают бурый, желтый, зеленый и некоторые другие виды окраски насекомых. Структурная или физическая окраска определяется особым строением хитина и в силу падения световых лучей под различными углами дает металлические оттенки. Смешанная окраска представлена пигментной и структурной одновременно. В природных условиях чаще всего встречаются насекомые с пигментной, реже — со смешанной и еще реже — со структурной окраской. Пигментная окраска иногда носит название химической, т. к. она определяется пигментами — красящими веществами, находящимися в хитиновой кутикуле в виде диффузно разбросанных зерен или же в гиподермальных клетках. С точки зрения происхождения различают пигменты экзогенные, получаемые с пищей растительного происхождения и находящиеся в гиподермальных клетках, и эндогенные, образуемые в качестве продуктов белкового и жирового обмена веществ насекомого и откладываемые в кутикуле, гиподерме и жировом теле. К экзогенным пигментам относятся: каротины, обусловливающие желто-оранжевые оттенки, флавоны — красные и желтые тона, хлорофиллоиды — травянисто-зеленые тона. К эндогенным пигментам относятся:

меланины, обусловливающие черные, бурые, коричневые, охряно-желтые тона и меланогены — зеленую окраску. Экспериментальными исследованиями установлено, что при зрительных раздражениях насекомого, в гемолимфу крови его поступают гормоны, под влиянием которых в гиподермальных клетках пигментные зерна перемещаются, что приводит к изменению окраски. Опытами советского ученого — доктора Предтеченского С. А. установлено, что в условиях искусственного выведения азиатской или перелетной саранчи в садках с различной раскраской стенок, личинки приобретают окраску в соответствии с фоном: в садках с желтыми стенками у личинок развивается желтая окраска, в садках с зелеными стенками — зеленая окраска. Правда, наши насекомые не обладают способностью под влиянием внешних или внутренних раздражителей так быстро изменять свою окраску, как это наблюдается у некоторых головоногих мягкотелых, у камбалы и хамелеонов. Однако в природных условиях степной и лесостепной зоны мы встречаемся с богомолами зеленой, желтой и буроватой окраски. Это биологическое явление известно под названием гетероморфизма. В основе его лежит выработка таких пигментных зерен, окраска которых соответствует окраске среды обитания насекомого.

Примеры насекомых с различными типами окраски:

Пигментная	Смешанная	Структурная
Жуки коровки, жуки нарывники, кобылки, кузнечики, клопы черепашки, хлебный жук, майский хрущ и т. д.	Стрекозы лютки, малашка зеленая и многие виды листоедов.	Красотел похучий, осы блестянки, бронзовки, златки, стрекоза, красотка.

Надо помнить, что в результате длительного воздействия световых лучей на пигменты, последние разрушаются, в силу чего пигментная окраска насекомых в коллекциях со временем сильно изменяется. Вот почему в коллекциях насекомых с пигментной окраской время от времени следует заменять свежими экземплярами. Структурная или физическая окраска под влиянием световых лучей изменению не подвергается.

С функциональной стороны окраска насекомых может быть покровительственной, угрожающей, предупреждающей и т. д. В ряде случаев один тип окраски может сочетаться с другими.

5. Тема: «Покровительственная окраска». Это функциональный тип окраски довольно широко распространен среди наших насекомых. Известно, что среди зеленой растительности многие насекомые имеют зеленую окраску. Насекомые, обитающие на выгорающей (засыхающей) растительности, имеют серовато-бурую окраску. Защитная роль покровительственной окраски

совершенно очевидна, т. к., например, насекомые с зеленой окраской среди зеленой же растительности мало заметны для насекомоядных животных и в меньшей степени ими уничтожаются. У хищных насекомых с зеленой — покровительственной окраской, последняя является средством своеобразной маскировки, что обеспечивает хищнику возможность незаметного подкрадывания и быстрого схватывания добычи. Наглядным примером может служить богомол с зеленой окраской на фоне зеленой растительности. Покровительстьенная окраска свойственна зеленому и пестрому кузнечикам, короткокрылому зеленчуку, травянке зеленой, капустной и большой злаковой тле, люцерновому клопу и многим другим насекомым. Таким образом, подобрать объекты для данной тематической коллекции не представит больших затруднений.

Коллекция насекомых с покровительственной окраской может быть использована в курсе основ дарвинизма при изучении раздела «Естественный отбор». Естественный отбор, вне зависимости от «воли» или «желания» со стороны насекомого, сохраняет и обеспечивает выживаемость в большей мере тех особей, окраска которых в наибольшей мере гармонирует с окраской данной среды, и, наоборот, естественный же отбор отметает все то, что не соответствует окраске данной среды, если только в результате действия того же естественного отбора не идет формирование иных приспособительных особенностей. В силу действия естественного отбора в природе создается та удивительная гармония в окраске насекомых и окружающей среды, которая невольно привлекает к себе внимание со стороны человека. Однако надо помнить, что покровительственная окраска насекомых в природных условиях является приспособительной особенностью не абсолютной, а относительной. Относительный характер этой приспособительной особенности заключается в том, что насекомые с покровительственной окраской хотя и предохраняются от уничтожения насекомоядными животными, однако, не в полной мере. На фоне зеленой растительности будут поедаться и поедаются насекомые не только не обладающие покровительственной окраской, но и владельцы ее. Разница заключается в том, что первые поедаются в большей, а вторые — в меньшей степени. Это положение экспериментально в природной обстановке доказано исследованиями советского ученого проф. Беляева М. М. на примере с богомолами. На площадке с буроватым грунтом в шахматном порядке размещались и привязывались нитками бурые, желтоватые и зеленые богомолы. Примерно через полмесяца оказалось, что насекомоядные птицы уничтожили 60% желтоватых, 55% зеленых и лишь 20% бурых, окраска которых в наибольшей степени гармонировала с окраской окружающего грунта. Многочисленные опыты подобного характера со всей убедительностью показывают, что насекомые с покровительственной окраской истребляются насекомоядными пти-

цами в значительно меньших количествах, чем насекомые, не обладающие подобной окраской. Следовательно, приспособительный характер покровительственной окраски совершенно очевиден. Очевидна так же и ее относительная природа.

6. Тема: «Угрожающая окраска». У многих наших насекомых покровительственная окраска часто сочетается с окраской угрожающей, как новым защитным приспособлением. Защитный характер угрожающей окраски заключается в том, что при внешнем раздражении внезапно, неожиданно для насекомоядного животного обнаруживается контрастная окраска жертвы, что производит отпугивающее действие на нападающего. В качестве насекомых с угрожающей или отпугивающей окраской можно использовать такие объекты: бабочку крапивницу, орденскую ленту, краевика или щавелевого клопа, краснокрылую или голубокрылую кобылку и многих других. Как известно, созревшие буроватые плодики конского щавеля собраны в своеобразные метелки. Буроватая окраска щавелевого клопа прекрасно гармонирует с окраской плодиков конского щавеля. Лишь с большим усилием удается заметить клопа на соцветии. Однако стоит лишь слегка потревожить обнаруженного клопа, как тотчас же он распускает крылья, обнажая при этом ярко-оранжевое пятно на верхней стороне брюшка. Особенно резко бросается в глаза это пятно в момент полета клопа. Неожиданность появления этого яркого пятна оказывает отпугивающее действие на насекомоядную птицу. Сочетание покровительственной и угрожающей окраски наблюдается у бабочки крапивницы, павлиньего глаза, адмирала и траурницы. Со сложенными крыльями эти бабочки почти незаметны на коре деревьев или на побуревших или почерневших растительных остатках, образующих скопления на поверхности почвы. Темно-бурая окраска нижней стороны крыльев этих видов бабочек является покровительственной. Потревоженная бабочка, например, адмирал в момент взлета расправляет крылья и обнажает бархатисто-черный цвет верхней стороны, ярко-красную полосу передних крыльев с белыми пятнами на вершине углов, ярко-красную внешнюю перевязь задних крыльев. Быстрая смена цветов от темных к контрастным — это угрожающая окраска, отпугивающее действие которой сказывается в неожиданности ее проявления.

7. Тема: «Предупреждающая окраска». Среди наших насекомых часто встречаются виды с яркой расцветкой, так резко бросающейся в глаза наблюдателю. На фоне зеленой листвы деревьев, кустарников и травянистых растений нельзя не заметить жуков коровок с красной окраской, как основным цветом, и черными пятнами или точками. На цветах травянистых растений не менее часто можно обнаружить жуков нарывников с желтой или светло-бурой окраской и с черными пятнами или поперечными полосами. На цветах же в изобилии встречаются осы, пчелы, шмели и шершни с черной, темно-бурой расцветкой брюшка

с желтыми или белыми поперечными полосами. Такая контрастная и яркая расцветка многих наших насекомых — это своеобразная вывеска, предупреждающая о том, что склевывание или схватывание обладателя такой окраски не безопасно. И действительно, жуки коровки обладают неприятно пахнущей ядовитой кровью, которая вызывает воспаление слизистой оболочки ротовой полости насекомоядных животных. В теле жуков нарывников содержится ядовитое вещество кантаридин, используемый в фармацевтической промышленности при изготовлении нарывного пластыря. Осы, пчелы, шмели и шершни обладают мощным защитным средством в виде ядовитой железы, оканчивающейся жалом. Значит ли это, что обладатели защитных приспособлений в виде ядовитой крови, жала, выделений пахучих желез и т. д. не поедаются насекомоядными животными? Конечно, нет! Известно, что насекомоядные птицы не обладают врожденным инстинктом распознавания насекомых с защитными приспособлениями. Молодые птенцы, только что оставившие гнездо и приступившие к самостоятельной жизни, под влиянием чувства голода с жадностью набрасываются на насекомых, не разбираясь в том, имеют или нет последние какие-либо защитные приспособления. Однако, молодой птенец, схватив насекомое с защитным приспособлением в виде ядовитой крови и получив ожог слизистой оболочки ротовой полости, тотчас же выбрасывает схваченную жертву — добычу. Получаемый жизненный опыт со временем закрепляется и у взрослых насекомоядных птиц в дальнейшем выражается в проявлении реакции отвращения к насекомым с предупреждающей окраской. Естественно, что вырабатывающийся условный рефлекс, особенно на первых ступенях его формирования, у молодых птенцов подкрепляется новыми попытками схватывания насекомых без разбора, и лишь у взрослых птиц условные рефлексы переходят в безусловные, носящие характер отвращения. В связи с этим понятно, что даже в желудке взрослых насекомоядных птиц можно обнаружить насекомых с защитными приспособлениями в виде ядовитой крови, жала и т. д., хотя встречаются они в весьма ограниченных размерах. Понятно, что выработка инстинкта отвращения теснейшим образом связана с действием естественного отбора и, следовательно, коллекции по теме «предупреждающая окраска» могут быть использованы при изучении соответствующих разделов не только в курсе основ дарвинизма, но и физиологии человека.

8. **Тема: «Мимикрия и миметизм».** Биологическое явление мимикрии представляет из себя сходство по цвету или форме животных и растительных организмов друг с другом или с предметами окружающей среды. Это защитное приспособление подражания проявляется у наших насекомых только в определенных условиях внешней среды. Изменение условий во внешней среде приводит к тому, что подражательная особенность в качестве защитного средства превращается в свою противополож-

ность и приводит насекомое к гибели. Следовательно, мимикрия в жизни наших насекомых имеет относительное, а не абсолютное значение. Типичным примером мимикрии может служить покровительственная или криптическая окраска многих наших насекомых. Биологическое явление миметизма, как частного случая мимикрии, представляет из себя подражательное сходство одного организма другому, животного одного вида — животному другого вида. При этом, как правило, подражающее животное или имитатор не имеет надежных защитных средств в виде жала, ядовитой крови и т. д. Почти единственным защитным средством такого имитатора является его подражательное сходство с другими животными — моделями. Животное модель, в отличие от животного имитатора, имеет надежное средство защиты. Типичные примеры миметизма:

а) неприятные на вкус бабочки пестрянки со сложенными крыльями по форме и окраске напоминают жуков нарывников с защитными приспособлениями в виде ядовитого вещества кантаридина. В данном случае окраска бабочки является предупреждающей, т .к. пестрянки на вкус неприятны и, следовательно, не могут считаться съедобными. Однако их несъедобность или отвращение со стороны насекомоядных животных еще в большей мере усиливается сходством пестрянок с нарывниками и способностью впадать в каталептическое состояние;

б) бабочка медведица с предупреждающей яркой и контрастной расцветкой. При раздражении этой бабочки из вздутий на переднегрудке выделяется противная на вкус мутновато-желтая жидкость. Сидящая со сложенными крыльями бабочка медведица сходна с нарывниками, что еще в большей степени увеличивает вероятность ее выживаемости;

в) беззащитные бабочки стеклянницы по прозрачности крыльев, не имеющих цветных чешуек, что так характерно для большинства наших бабочек, по форме и окраске сходны с жалящими осами, шершнями и некоторыми другими перепончатокрылыми насекомыми;

г) беззащитные мухи сирфиды или журчалки по форме и расцветке тела сходны с пчелами, осами, шмелями, обладающими ядовитой железой и жалом;

д) шмелевидная мохнатка — муха черного цвета, волосистая, грудь желтая с черными пятнами, брюшко по бокам с желтыми пятнами, а вершина с красными волосками. По форме и окраске сходна со шмелями.

Ниже приводим характеристику модели и имитатора (см. табл. на стр. 224).

Только при условии редкой встречаемости имитаторов среди часто встречающихся моделей, миметизм может сыграть свое положительное значение в сохранении первых. При частой встречаемости имитаторов и при малой численности моделей, имитаторы будут в большей степени поедаться насекомоядными пти-

	Модель	Имитатор
Отношение насекомоядных птиц	Поедаются в слабой степени	Поедаются в большой степени
Защитные приспособления	Имеются	Отсутствуют
Подвижность, как правило,	Слабая	Большая
Встречаемость	Частая	Редкая

цами и другими насекомоядными животными. Анализ систематических особенностей имитаторов и моделей показывает, что они сравнительно далеко отстоят друг от друга в родственном отношении. Следует отметить и такую особенность, что имитаторы ведут только дневной образ жизни и что сумеречным и ночным насекомым явление миметизма не свойственно. Имитаторы всегда живут среди моделей и в силу этого становятся малодоступными для поедания насекомоядными животными.

Миметизм, как биологическое явление с функцией защитного приспособления, возник в ходе длительного эволюционного развития органического мира и в результате действия естественного отбора с его изменчивостью, наследственностью и выживаемостью. Это приспособление могло возникнуть только среди таких видов насекомых, существование особей которых связано с жизнью насекомых-моделей. Совместное же существование животных имитаторов и моделей определялось межвидовыми взаимоотношениями и некоторыми общими для них условиями жизни. Вот к тому некоторые примеры:

а) личинки мухи — шмелевидной мохнатки живут в гнездах шмелей. Существование здесь личинок мухи связано с тем, что они питаются испражнениями личинок шмелей и их трупиками. Таким образом, личинки мохнатки в гнезде шмелей выполняют функцию своеобразных санитаров. Подобное сожительство личинок разных видов насекомых послужило одним из условий для развития миметизма, т. к. известно, что корм вместе с другими факторами является важной предпосылкой к формированию цветовых и других признаков,

б) шершни, многие бабочки, мухи, жуки часто совместно посещают деревья с растекающимися с мест повреждения соками, которыми они и питаются. Это обстоятельство могло содействовать развитию у разных видов насекомых конвергентных особенностей;

в) муха траурница в какой-то мере сходна с некоторыми видами диких пчел; ее личинки паразитируют в гнездах пчел осмий, листорезов и ос одинеров;

г) муха большой жужжало темно-бурого цвета, в желто-бурых и беловатых волосках сходна с пчелами Андрена; ее личинки паразитируют в гнездах земляных пчел рода Андрена;

д) пчелиный пчеложук с его пестрой окраской в какой-то мере напоминает пчел; его личинки живут в гнездах пчел; питаются личинки пчеложука личинками и куколками хозяев.

Таким образом, возможностей к развитию миметизма сколько угодно. Примеров, иллюстрирующих биологическое явление миметизма очень много. Известно, что скорпионницы сходны со скорпионами; последний сегмент брюшка скорпионниц в основании расширен и на вершине заострен и напоминает последний сегмент брюшка скорпиона; как и у скорпионов последние сегменты брюшка скорпионниц забрасываются к верху.

Четырехполосая странгалия, поперечнополосатый клит, красная лектура, жуки усачи рагии, люцерновый усач сходны с нарывниками и представляют из себя типичные примеры миметизма.

Журчалка осовидная сходна с осой, ильница пчеловидка — с пчелой, муха львинка — с осой и т. д.

9. Тема: «Индивидуальная изменчивость». Биологическое явление индивидуальной изменчивости очень широко распространено среди насекомых. Сущность его заключается в тех различиях, которые имеют место между особями одного и того же вида. Чаще всего эти индивидуальные различия касаются морфологических и цветовых признаков. Они могут затрагивать и физиологические особенности индивидуумов, однако, в силу того, что последние трудно уловимы для наблюдения, рассматривать их мы не будем. Проявление индивидуальной изменчивости связано с природой организма, как особенностью исторически сложившейся и наследственно закрепленной и в разной степени проявляющейся на фоне постоянно изменяющихся условий внешней среды. У стойких видов изменчивость проявляется в слабой степени и, наоборот, у видов с малой устойчивостью индивидуальная изменчивость проявляется в весьма широких пределах. Признаки, затрагиваемые изменчивостью, разнообразны. К ним относятся: размеры тела, вес, окраска, добавочные образования и т. д.

В качестве объектов для коллекции по индивидуальной изменчивости наших насекомых и других беспозвоночных животных можно рекомендовать следующие виды: семиточечную коровку, изменчивую коровку, коровку 2-точечную, жука оленя, майского хруща, живородящую лужанку, большого прудовика, беззубку, перловицу и т. д. Естественно, что у разных видов животных явление индивидуальной изменчивости проявляется в различной степени и затрагивает самые разнообразные признаки. Например, у семиточечной коровки изменчивость в большей мере затрагивает размеры тела, в то время как цветовые признаки более устойчивы. Последние, если и подвержены изменчи-

вости, то только в отношении размеров черных точек на надкрыльях, при сохранении их численности. У изменчивой коровки изменчивость затрагивает размеры тела и, главным образом, цветовые особенности надкрылий и переднеспинки. У жуков оленей резко проявляется изменчивость в размерах тела и характере развития у самцов «рогов»— верхних челюстей. Довольно резко выявляется индивидуальная изменчивость у 2-точечной коровки с вариациями от светлоокрашенных (красных с черными пятнами) до почти черных, с небольшими красными пятнами в передней половине надкрылий. Исследованиями Тимофеева — Рессовского (1940) установлено, что в период зимней спячки у 2-точечной коровки наблюдается неодинаковая степень выживаемости. Процент выживаемости черных форм значительно выше, чем светлоокрашенных и, с этой точки зрения становится понятным, что цветовые вариации в пределах вида имеют приспособительный характер. По нашим материалам (Нефедов, 1956), собранным в окрестностях г. Ульяновска видно, что из общей массы сборов, проведенных в сентябре-октябре 1955 г., приходится: а) по окраске надкрылий на долю светлоокрашенных 80,45% и на долю черных — 19,55%, б) по окраске переднеспинки на долю светлоокрашенных — 51,45% и на долю черных — 48,55%. Выходит, что окраска переднеспинки 2-точечной коровки подвержена большей изменчивости в сравнении с рисунком надкрылий. Следует так же отметить, что на долю коровок с М-образным черным рисунком на переднеспинке приходится всего лишь около 5% от общего числа обследованных особей, и, таким образом, этот М-образный рисунок не является характерным и типичным для 2-точечной коровки, как это указывается в определительных таблицах многих определителей насекомых. Учитывая приспособительный характер индивидуальной изменчивости многих наших насекомых, можно высказать соображения, что эта изменчивость доставляет богатый материал для действия естественного отбора.

10. Тема: «Защитные приспособления». Покровительственная, угрожающая и предупреждающая окраска, мимикрия и миметизм являются различными формами защитных приспособлений, связанных с пигментацией или структурой хитина отдельных частей или всего тела насекомых. Однако в большинстве случаев, разные типы окраски насекомых сочетаются в той или иной мере с другими формами защитных приспособлений, прямо не связанных с окраской или структурой хитина. К таким защитным приспособлениям относятся:

а) ядовитая железа с жалом, что свойственно пчелам, осам, шмелям и шершням,

б) пахучие выделения кожных желез или тела, что наблюдается у клопов, черных тараканов, могильщиков, медляка-бляпса) неприятные выделения из анального отверстия) и т. д.,

в) ядовитая кровь, свойственная жукам коровкам,

г) кантаридин — ядовитое вещество тела жуков нарывников и мягкотелок,

д) способность издавать треск или стрекотанье, что свойственно кузнечикам, саранчевым,

в) угрожающая поза богомолов, пахучего медляка, глазчатого бражника,

ж) способность впадать в каталептическое состояние —«притворяться мертвым» у жуков притворяшек, жуков пилильщиков, долгоносиков, глазчатого бражника и др.,

з) скопления особей одного вида: у клопов солдатиков, золотоглазки, гусениц непарного шелкопряда, жуков коровок и др.,

и) высокая плодовитость тлей, листоблошек, цикадок и других.

Фауна насекомых области достаточно богата для того, чтобы составить ряд систематических и биологических коллекций для иллюстрации биологического явления многочисленных защитных приспособлений. Эти коллекции позволяют упрочить знания учащихся о разнообразных путях эволюционного развития животного мира. В то же время эти коллекции будут содействовать материалистическому пониманию вопроса о развитии конвергентных защитных приспособлений у видов не только близко родственных, но и весьма отдаленных друг от друга и часто принадлежащих к различным отрядам в пределах класса насекомых.

Пчелы, осы, шмели и шершни в процессе длительного эволюционного развития приобрели мощное защитное средство в виде ядовитой железы с жалом. Сила этого защитного приспособления исключительно велика. Яд, поступающий в ранку, вызывает жгучую боль и гибель мелких животных. Следует отметить, что пчела, ужалившая человека или крупных животных, погибает. Объясняется это тем, что жало имеет зазубрины, острия которых обращены к основанию жала. Плотность кожных покровов человека и крупных животных такова, что пчела не в состоянии выдернуть жало обратно. Оно остается в коже человека или крупных животных, отрываясь вместе с задним отделом пищеварительной системы. Следовательно, пчела может ужалить, например, человека только один раз и вместе с этим погибает. Можно ли в данном случае говорить о жале, как о целесообразном защитном приспособлении? Безусловно, да! Дело в том, что пчела, в ее естественных условиях, может смертельно ужалить насекомых, мелких птичек и млекопитающих животных. В этом случае жало безусловно является целесообразным защитным приспособлением. Что касается человека и крупных животных с толстой кожей, то в естественных условиях они редко нападают на пчел, и, следовательно, в отношении их жало пчелы не является защитной приспособительной особенностью.

У ос, шмелей и шершней дело обстоит значительно проще. На их гнезда нападают не только мелкие, но и крупные животные и человек. В связи с этим, их жало не имеет зазубрин и,

следовательно, является надежным защитным средством. Осы, шмели и шершни могут многократно жалить нападающее на них любое животное, не погибая при этом.

У других насекомых развитие защитных приспособлений пошло в других направлениях. Так, например, у многих наших насекомых в процессе их эволюционного развития сформировалась способность выделять в качестве отпугивающего средства пахучие вещества. Представители отряда полужесткокрылых или клопов имеют пахучие железы, выделения которых оказывают отпугивающее действие на насекомоядных животных. Такими защитными приспособлениями обладают клопы черепашки, щавелевый клоп, крестоцветные клопы, постельный клоп и другие. У обыкновенной золотоглазки, черного таракана, пахучего красотела, у некоторых видов усачей тело издает неприятный запах, оказывающий отталкивающее действие на насекомоядных животных. Медляк пахучий, жуки могильщики и др. из анального отверстия выбрасывают неприятно пахнущую жидкость, что предохраняет их от поедания насекомоядными птицами и млекопитающими, пресмыкающимися и земноводными. Однако, говоря о пахучих выделениях как о защитном средстве, надо иметь в виду, что отвращение насекомоядных животных к насекомым с пахучими и неприятными выделениями не является врожденной реакцией. Так, например, известно, что молодые птенцы насекомоядных птиц, только что оставившие гнездо и приступившие к самостоятельной жизни, не имея жизненного опыта, набрасываются на насекомых без всякого разбора. Птенец, схвативший клопа, немедленно же выбрасывает его. Дело в том, что пахучие выделения оказывают обжигающее действие на слизистую оболочку ротовой полости молодых птенцов, что и вызывает со стороны последних выбрасывание схваченной добычи. После двух-трехкратной попытки схватывания насекомых с пахучими выделениями, у молодых птенцов вырабатывается условный рефлекс отвращения к подобным насекомым. Время от времени, даже взрослые насекомоядные птицы делают попытку схватывания насекомых с пахучими выделениями. Это означает, что приобретенный молодыми птенцами условный рефлекс отвращения, у взрослых птиц сопровождается подкреплениями.

У других насекомых процесс эволюционного развития защитных приспособлений пошел по пути формирования ядовитых веществ в теле или же в крови. Ядовитая кровь свойственна жукам коровкам. Если подержать семиточечную коровку в руках, мы заметим, как из сочленений бедра и голени выделяется желтая или оранжевая жидкость — кровь коровки, обладающая неприятным запахом и обжигающим действием на нежную слизистую оболочку ротовой полости насекомоядных животных. Тело мягкотелок и нарывников содержит ядовитое вещество кантаридин, используемый в медицинской практике при изготовлении нарывного пластыря. В естественных условиях кантаридин вызывает

воспалительные процессы слизистой оболочки ротовой полости насекомоядных животных, что сопровождается выбрасыванием схваченной добычи. Защитное приспособление в виде кантаридина совершенно очевидно.

Наличие ядовитой железы и жала у многих перепончатокрылых насекомых и связь существования с ними других насекомых, не обладающих защитными приспособлениями, привело в процессе эволюции к формированию у беззащитных насекомых таких приспособлений, которые гармонируют с окраской жалоносных насекомых. Возникает биологическое явление миметизма — подражания одного насекомого другому.

К защитным приспособлениям относится довольно широко распространенное среди наших насекомых биологическое явление каталепсии. Суть этого явления заключается в том, что потревоженное насекомое быстро впадает в состояние неподвижности. Под воздействием внешних раздражителей такие насекомые «притворяются мертвыми», т. к. при этом временно прекращаются движения. Подобное явление наблюдаем у жуков пилильщиков, притворяшек, многих слоников и других насекомых. Неподвижные предметы обычно насекомоядными птицами и другими животными не схватываются. Следовательно, каталепсия является защитной особенностью.

Однако, процесс эволюционного развития органического мира мог идти не только в направлении выработки способности некоторых насекомых впадать в каталептическое состояние, но и в направлении формирования активных действий со стороны жертвы. Такие активные действия выражаются в форме угрожающей позы, способности издавать угрожающие звуки, быстрого перелета на новое место и т. д. Способность принимать угрожающую позу наблюдаем у жука медляка, богомола, бражников и ряда других наших насекомых. У саранчевых, кузнечиковых, блох, земляных блошек и ряда других насекомых выработались прыгательного типа задние конечности. У саранчевых, кузнечиковых, бражника «мертвая голова» и других, отпугивающее действие оказывает способность издавать звуки.

Совершенно очевидно, что приведенными примерами не ограничиваются многообразные защитные приспособления наших насекомых. Однако, все эти, как и иного типа защитные приспособления, носят не абсолютный, а относительный характер.

Задача учителя-биолога заключается в том, чтобы используя местный материал, составить коллекции, которые иллюстрировали бы в полной мере тему: «Защитные приспособления наших насекомых» и с помощью их добиться глубоких знаний у учащихся и материалистического представления в отношении рассмотренных биологических явлений.

11. Тема: «Организм и среда». С точки зрения материалистической биологии организм и условия его существования представляют единство. Это единство выражается в гармонии — в

соответствии организации животного или растительного организма с условиями той среды, в которой он обитает. Это соответствие в организации животного и условиями существования в такой резкой степени проявляется, что достаточно взглянуть на животный организм с тем, чтобы утверждать о среде его обитания. Примеров к этому можно привести сколько угодно. Вот жук — обыкновенный плавунец. Его обтекаемая форма тела как нельзя лучше способствует уменьшению трения и, следовательно, более быстрому поступательному движению в водной толще. Этому же способствует и плавательный тип задних конечностей, имеющих вид своеобразного весла. Хотя плавунец является животным водной среды, однако, он сохранил атмосферный способ дыхания. В связи с этим в его организации сформировались приспособительные особенности, обеспечивающие возможность дыхания атмосферным кислородом. К таким приспособлениям относятся: а) образование под надкрыльями воздушной камеры, б) перемещение дыхалец трахейной дыхательной системы на спинную сторону и связь с воздушной камерой, в) способность плавунца время от времени подниматься на поверхность водоема и через щель между вершиной брюшка и надкрылий производить обмен газов между воздушной камерой и атмосферой. Некоторые из этих особенностей свойственны водолюбу, плавунчикам и другим водным насекомым. У клопа ранатры тонкое и вытянутое тело с конечностями напоминает веточку или стебель водных растений. У клопа скорпиона вершина брюшка заканчивается длинной дыхательной трубочкой, как приспособлением к дыханию атмосферным кислородом. У клопа гладыша или «водяной пчелы», плавающей брюшком к верху, брюшная сторона покрыта мелкими волосками, между которыми содержится воздух. Пузырьки воздуха придают брюшку, обращенному при плавании к верху, серебристый характер, что защищает его от схватывания другими животными и обеспечивает возможность незаметного подкрадывания к жертве — насекомому, бегающему по поверхности водоема.

У обитателей придонной части водоемов в процессе эволюции выработались приспособительные особенности, обеспечивающие им возможность существования в условиях недостаточности кислорода, растворенного в воде. Так, в крови роговой катушки содержится гемоглобин, что способствует извлечению из воды даже ничтожно малого количества кислорода. Содержится гемоглобин и в крови личинок мотыля или звонца. У живородящих лужанок, кроме легочного, имеется еще и жаберное дыхание.

Таким образом, водная среда обитания исторически наложила отпечаток на организацию животных, обусловила у последних формирование таких приспособлений, которые обеспечивают не только выживаемость, но и широкое распространение водных животных. В условиях иной среды, водный организм жить не может, если только в его организации отсутствуют соответ-

ствующие приспособления. Так, например, в летнее время по мостовым города часто можно наблюдать жуков плавунцов, водолюбов и других водных насекомых. Наземная среда не является для них обычной и в силу этого они через некоторое время погибают. Способность этих насекомых в течение некоторого времени находиться в необычной для них среде обеспечивает выживание в период смены одного водоема на другой, более благоприятный по своим условиям.

Многие наши насекомые и другие беспозвоночные животные ведут подземный образ жизни во взрослом или личиночном состоянии. К таким животным относятся: дождевые черви, личинки жуков щелкунов, чернотелок, медведки, многие первичнобескрылые насекомые и т. д. Подземная среда обитания с ее специфическими особенностями исторически наложила определенный отпечаток на организацию животных с подземным образом жизни и обусловила развитие многих приспособлений. В данных условиях оказались способными к выживанию особи более пластичных видов в отношении изменчивости. Специфической особенностью почвы, как среды обитания многих животных, является ее структура и механический состав. В связи с этим, почвы могут быть рыхлыми или различной степени плотности, что в свою очередь и привело к формированию у почвенных животных ряда приспособлений в их организации и биологии. Так, мелкие первичнобескрылые насекомые, личинки многих видов трипсов и другие насекомые, в силу их ничтожно малых размеров живут и передвигаются по мельчайшим скважинам или трещинам почвы даже при условии их тонких и нежных покровов. У дождевых червей, многоножек и личинок многих почвенных насекомых сформировалась червеобразная форма тела, способствующая успешному поступательному движению в толщах почвы. У многоножек, личинок жуков проволочников и ложнопроволочников, у многих взрослых насекомых сильно хитинизированы накожные покровы, что безусловно связано со структурой и механическим составом почвы. Одновременно с этим, обитание в условиях почвы привело к большей гибкости их тела. Структура и плотность почвы исторически определили у почвенных животных развитие разных типов передвижения: минирующего (многие насекомые, их личинки, земляные черви, кроты и некоторые виды грызунов), долбящего (связанного с развитием когтей на конечностях личинок чернотелок, у черепах, цокоров и других), сверлящего (резцы челюстного аппарата полевок, тушканчиков и другие приспособления), свойственного карабусам, красотелу, щелкунам и другим.

12. Тема: «Форма и функция». В соответствии с материалистической биологией и павловской физиологией форма и функция рассматриваются в их органическом единстве. В этом единстве ведущая роль принадлежит функции. Было бы ошибочным утверждение, что форма определяет функцию, т. к. подобное

утверждение привело бы к идеалистическому учению изначальной целесообразности. Пластичность организма, как особенность исторически сложившаяся, является предпосылкой к развитию формы. Однако, развитие этой формы возможно лишь при определенной функции на фоне конкретных условий внешней среды. Так, например, у китообразных, в результате перехода от наземного к водному существованию, обитание и поступательное движение в водной среде обусловило развитие рыбообразной формы тела (конвергентная особенность с рыбами!), к редукции парных конечностей, к образованию хвостового плавника, как основного органа поступательного движения, и к развитию ряда других приспособительных особенностей в их организации. В связи с разбираемой темой встает вопрос об аналогии и гомологии органов. Под аналогией подразумевают биологическое явление функционального сходства органов различных по происхождению. Под гомологией подразумевают сходство или различие органов по функции, но одинакового происхождения. Так, например, а) крылья насекомых и птиц сходны по своей функции, но различны по происхождению (т. к. имеют различную историю развития) и, следовательного, являются аналогичными органами, б) трахейная дыхательная система насекомых и легкие позвоночных выполняют одну и ту же функцию, но имеют различное происхождение и, таким образом, являются аналогичными органами, в) крылья птиц, грудные плавники рыб, передние конечности земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих являются гомологичными органами в силу их одинакового происхождения, хотя могут выполнять не только одну, но и различные функции. Примеры с аналогичными и гомологичными органами являются наглядным подтверждением единства формы и функции с ведущей ролью последней. Говоря об единстве формы и функции, не следует забывать и о тех конкретных условиях, в которых формировалось это единство в прошлом и проявляется в примерно сходных же условиях в настоящее время. В качестве объектов для составления коллекции по теме: «Форма и функция» можно взять конечности многих наших насекомых. В зависимости от функции конечности насекомых делятся на следующие группы:

а) прыгательные: с удлиненными бедрами и голенями; бедра в основании сильно утолщены (задние конечности саранчевых, кузнечиковых и др.),

б) бегательные: с тонкими и удлиненными бедрами и голенями; бедра по середине слегка утолщены (жуки скакуны, жук вонючий бомбардир и др),

в) копательные: бедро и голень укорочены и сильно расширены, лапки укорочены и прикреплены сбоку голени, голень с 4 крупными черными зубцами (передние конечности медведки),

г) хватательные: бедра и голени образуют своеобразный

«складной ножик»; на обращенных друг к другу сторонах многочисленные зубчики (богомол, водяной скорпион и другие),

д) плавательные: задние ноги имеют вид своеобразных «весел», с расширенными бедрами, голенями и члениками лапки; последние усажены длинными волосками, что увеличивает гребную поверхность конечности (обыкновенный плавунец, плавунчики и другие),

е) присасывательные: первые членики передних лапок сильно расширены и образуют округлую присоску (самцы плавунца),

ж) корзиночные: первый членик задних лапок удлинен и сильно расширен и усажен щетинками (рабочие пчелы).

Во всех этих случаях способ передвижения и, следовательно, функция конечностей определяет их форму. Подтверждение этого материалистического положения иллюстрируется не только соответствием формы и функции того или иного типа конечностей, но и широко распространенным в природе явлением конвергентного сходства. Это биологическое явление конвергентного сходства выражается в одинаковой форме конечностей и других органов у представителей животного царства, далеко отстоящих друг от друга в генетическом отношении. Так, например, прыгательный тип конечностей свойственен не только саранчевым, кузнечиковым, как представителям отряда прямокрылых, но и блохам — представителям отряда блох, бесхвостым земноводным — представителям класса земноводных, кенгуру — представителю класса млекопитающих (подкласс сумчатых), тушканчикам — представителям отряда грызунов подкласса высших или плацентарных млекопитающих и т. д. Следовательно, один и тот же тип конечностей, в зависимости от сходного характера передвижения, в результате эволюционного развития животного мира, конвергентно возник у представителей, относящихся к самым разнообразным и далеко отстоящим друг от друга систематическим группам. В связи с этим, следует отметить, что кенгуру— представитель фауны Австралийской зоогеографической области, а тушканчики— Голарктической. Несмотря на отдаленность в расположении и изолированности этих областей, несмотря на генетическую отдаленность кенгуру и тушканчиков, тем не менее в организации последних имеются общие черты в виде: укороченного и вальковатого тела, небольшой головы с длинными ушами, удлиненных и прыгательных задних конечностей, длинного хвоста и укороченных передних конечностей. Эти черты конвергентного сходства являются следствием обитания этих животных в сходных природных условиях (открытые степные пространства Австралии и Евразии) и одинакового способа передвижения. Таким образом, примеры с конвергентными признаками у представителей отдаленных систематических единиц являются наглядным доказательством состоятельности материалистического положения об единстве формы и функции с ведущей ролью последней.

Изготовленная коллекция по данной теме может найти широкое применение при изучении основ дарвинизма, анатомии и физиологии человека. Не исключена возможность использования данной коллекции и при изучении некоторых тем курса зоологии. Возможности этого использования определятся инициативой учителя-биолога в расширении или сужении принципа наглядности в обучении и воспитании.

13. Тема: «Полезные насекомые». Полезные насекомые местного края, собранные в одну или несколько коллекций, могут найти широкое применение в преподавании не только некоторых тем по зоологии, но в равной мере и при изучении основ дарвинизма и, в частности, в теме: «Внутривидовые и межвидовые взаимоотношения». По своей значимости полезные насекомые могут быть подразделены на группы: хищники, как насекомые, поедающие вредных насекомых; паразиты, как насекомые, откладывающие свои яички в яйца личинок, куколок и взрослых насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений; полезные со стороны использования в тех или иных отраслях народного хозяйства. К первой группе относятся: жуки красотелы, жуки коровки, жуки пестряки, муравьиный лев, золотоглазки, различные виды стрекоз, мухи ктыри, скорпионова муха, богомолы, клопы хищнецы и другие; из других членистоногих к этой группе относятся разные виды пауков. Ко второй группе относятся: многие виды хальцид, проктотрупид, наездников-ихнеумонид, наездников-браконид, блестянок и т. д. К третьей группе относятся: пчелы, шмели, дубовый и тутовый шелкопряд, нарывники и другие. Большинство из этих полезных насекомых (за исключением тутового шелкопряда) широко распространены в пределах Ульяновской области и для учителя-биолога не представят большого затруднения в их отыскании. При наличии материала, собранного в больших количествах, возможно изготовление нескольких коллекций, положив в основу их составления принцип подразделения на группы по их значимости. Учытывая, что в курсе зоологии средней школы большое внимание уделяется медоносной пчеле и, отчасти, тутовому шелкопряду, для этих групп насекомых полезно изготовить отдельные коллекции с объектами для пчел: трутень, рабочая пчела, матка-царица, вощина, воск, мед; для дубового шелкопряда: самка, самец, грена, шелк-сырец, шелковая ткань. В той и другой коллекции следует представить все стадии в развитии: яички, личинки разного возраста, куколка и взрослое насекомое. Положительное значение последних видов насекомых исключительно велико. Как известно, пчелы являются не только опылителями многих травянистых растений, плодовоягодных кустарников и деревьев, но и доставляют человеку пищевой продукт — мед и воск. Мед используется не только как пищевой продукт, но и как лечебное средство при различных заболеваниях человека. В последнее время в меди-

цинской практике с лечебными же целями используется и пчелиный яд. Воск широкое применение находит в изготовлении искусственных вощин, как средство против обледенения самолетов, в парфюмерной промышленности и при изготовлении лаков. Выделения шелкоотделительных желез гусениц дубового шелкопряда после соответствующей обработки используются в текстильной промышленности при изготовлении чесучи и в качестве изоляционного материала в электрической промышленности.

Что касается хищных насекомых и пауков, то составляя значительную часть биоценозов культурных полей и питаясь вредными насекомыми, они снижают экономическое значение последних. Так, например, жуки коровки и их личинки в массе уничтожают тлей, трипсов, цикадок и других мелких насекомых. Жуки мягкотелки-геникопусы и их личинки, обитая в больших количествах на колосьях хлебных злаков, уничтожают тлей, трипсов, злаковых мушек и их личинок. Несомненно положительное значение пауков в составе биоценоза пшеничного и люцернового поля. Их максимальная численность, особенно в фазу молочной спелости, совпадает с высоким обилием личинок пшеничного трипса, хлебных клопиков и других вредителей пшеницы, за счет которых живут пауки. В наших лесах часто в больших количествах встречаются пахучие красотелы с изумрудно-зеленой металлической окраской. Как жуки, так и их личинки отличаются исключительной прожорливостью и могут рассматриваться в качестве биологического средства борьбы с одним из важнейших вредителей лесов — непарным шелкопрядом.

В ограничении численности вредителей, входящих в состав культурных и естественных биоценозов, большую роль играют многие перепончатокрылые насекомые, мухи тахины или ежемухи, мухи журчалки, ктыри, жуки нарывники и многие другие. Из перепончатокрылых насекомых, в качестве биологического средства борьбы с вредной черепашкой, широкое применение имеют теленомусы. Теленомусы откладывают свои яички в яйца черепашки и других вредных растительноядных клопов. Развившиеся личинки поедают содержимое яиц черепашки и этим самым ограничивают численность последней. В годы широкого распространения вредной черепашки в юго-восточных районах Европейской части СССР организовывались лаборатории по разведению теленомусов и выпуску их на поля. Производственные опыты показали, что при благоприятных условиях жизни теленомусов, выпуск их в количестве 10 тыяс на га посевов приводит к резкому сокращению численности вредителя и к сохранению урожая.

В использовании хищников и паразитов в борьбе с вредителями заключается сущность биологического метода борьбы. Большую роль в ограничении численности вредителей в при-

родных условиях играют насекомоядные птицы. Охрана последних ложится не только на взрослое население, но и на учащихся средних школ. Ежегодно проводимые в школах нашей страны такие мероприятия, как «День птиц», направлены на пропагандирование пользы насекомоядных птиц (и некоторых хищных — истребителей грызунов) в сельском хозяйстве и на создание условий для их более широкого распространения и привлечения.

14. Тема: «Вредные насекомые». В учебных программах по зоологии в средней школе вредным насекомым уделяется большое внимание. Это и понятно, учитывая их исключительно широкое распространение в природе и тот огромный вред, который они приносят в различных отраслях народного хозяйства. Этот вред усиливается еще и тем, что многие насекомые являются переносчиками возбудителей различных заболеваний человека и сельскохозяйственных животных. В целом ряде случаев борьба с этими заболеваниями сводится к борьбе с передатчиками возбудителей. Типичным примером этого может служить малярийный комар-передатчик возбудителя малярии, платяная вошь-передатчик возбудителя сыпного тифа, москиты или флеботомусы — передатчики возбудителя восточной язвы или пендинки, блохи-передатчики возбудителя чумы, из других членистоногих большое значение имеют клещи, как передатчики возбудителей разных форм энцефиалита и т. д.

Об экономическом значении вредных насекомых можно судить хотя бы уже потому, что из общей массы видов насекомых на долю вредителей культурных растений приходится свыше 3.000! Как правило, вредные насекомые обладают исключительно высокой половой продуктивностью и в годы их массового распространения приносят вред, исчисляемый миллионами золотых рублей.

Составление коллекций по вредным насекомым должно носить тематический характер, учитывая вред, приносимый ими в той или иной отрасли народного хозяйства. Тематический характер этих коллекций ценен и с методической стороны в организации учебно-воспитательной работы школы, т. к. он способствует более легкому запоминанию видов вредных насекомых.

а) Вредители полевых культур

1. Трипсы (пшеничный, овсяный, ржаной и др.). Красные личинки пшеничного трипса в бороздках зерна пшеницы (фаза молочной спелости) общеизвестны. Вред трипсов, как результат высасывания соков, выражается в недоразвитии колоса и в щуплости зерна. При малых размерах и большой численности взрослых трипсов и личинок вред может быть весьма ощутимым. По нашим данным (Нефедов, 1955) снижение урожая зерна пшеницы, для разных ее сортов, достигает 18%.

2. Обыкновенная злаковая тля, в массе развивающаяся в середине лета, высасывает соки хлебных злаков, в результате чего растения увядают, листья желтеют, стебли искривляются и колосья не выметываются.

3. Вредные клопы (вредная черпашка, австрийский и мавр-ский клопы, остроголовые клопы и другие) при массовом распространении повреждают озимую и яровую пшеницу, рожь, овес и другие злаки. В результате высасывания соков растений, последние в ранних фазах своего развития полностью погибают. Повреждения в фазу колошения, цветения и молочной спелости сводятся к недоразвитию колоса, к уменьшению числа зерен в колосьях и к щуплости зерна.

4. Жуки щелкуны (личинки носят название «проволочных червей») являются многоядными вредителями. Блестящий, темный и полосатый щелкуны вредят главным образом зерновым злакам. Вред проволочных червей в старшем возрасте заключается в повреждении зерна и в выгрызании узла кущения, что приводит к изреженности посевов.

5. Полосатая хлебная блошка во взрослом состоянии вредит главным образом яровой пшенице. Вред выражается в соскабливании паренхимы листьев, что приводит к нарушению обмена веществ и к ослаблению растений. Более ощутимый вред жуки наносят в фазу всходов.

6. Стеблевые хлебные блошки (большая и стеблевая хлебная блошка) вредят хлебным злакам в личиночном состоянии. Вышедшие из яичек личинки вгрызаются в стебли злаков и питаются здесь тканями в течение 2—3 недель. В результате этого центральный лист приостанавливается в росте, увядает, постепенно отмирает, а колосья не выметываются.

7. Пьявица вредит хлебным злакам во взрослом и личиночном состоянии. Повреждения жуками заключаются в выгрызании на листьях продолговатых сквозных отверстий; повреждения личинок сводятся к скелетированию листьев. Поврежденные листья засыхают, что приводит к задержке роста и развития растений и к снижению урожайности зерна и соломы.

8. Хлебные жуки (кузька, крестоносец, красун и др.) вредят, главным образом, во взрослом состоянии. Наибольший вред приносят кузька и крестоносец, питающиеся мягкими зернами озимой и яровой пшеницы, ржи и ячменя. Каждый жук съедает до 7—8 г зерна и, кроме того, часть зерен выбивает из колосьев.

9. Одиночные саранчевые (большая и малая крестовая кобылка, трескучая или краснокрылая огневка и др.) во взрослом и личиночном состоянии поедают листья хлебных злаков.

10. Озимая совка — многоядный вредитель, гусеницы которого повреждают всходы озимых хлебов, клубни картофеля, корнеплоды брюквы, свеклы, моркови и др. При массовом рас-

пространении гусеницы старшего возраста, подгрызая узел кущения, полностью уничтожают всходы озимых хлебов.

11. Зерновая совка в стадии гусеницы повреждает пшеницу, рожь, овес, ячмень, початки кукурузы и другие культурные и дикие злаки. Гусеницы вгрызаются в зерно (в фазу молочной спелости) и выедают содержимое.

12. Гессенская мушка вредит в стадии личинки. Отродившиеся в фазу выхода в трубку личинки проникают за влагалище листьев и питаются сочными частями стеблей. В местах питания стебли становятся тонкими, в результате чего они коленчато изгибаются. В условиях Среднего Поволжья гессенская мушка является одним из главнейших вредителей зерновых злаков.

13. Шведская мушка в личиночной стадии вредит пшенице, овсу, ячменю и ржи. Вышедшие из яиц личинки проникают внутрь стебля и пробираются к зачатку колоса, повреждают не только его, но и основание верхушечного листка. В результате такого повреждения колос не выметывается, а листья желтеют и скручиваются.

14. Стеблевые хлебные пилильщики. Из отложенных в верхние междоузлия злаков яичек (по одному в каждом) выходят личинки. Последние питаются внутренними тканями стебля и постепенно продвигаются к его основанию. По достижении нижнего междоузлия, что совпадает с фазой восковой спелости злаков, питание личинок прекращается; по внутренней стенке соломинки личинки выгрызают поперечную кольцевую бороздку; верхнее отверстие заделывается, а в образовавшейся камере прядется прозрачный кокон, в котором личинка зимует. Пораженные растения дают недоразвитый колос со щуплым зерном. В период же уборки урожая, подгрызенные личинками стебли отламываются и таким образом урожайность хлебов резко снижается. По нашим данным (Нефедов, 1946) хозяйственные потери урожая зерна пшеницы при 100% пораженности стеблей личинками стеблевых хлебных пилильщиков достигают 15%.

Мелких вредных насекомых в виде трипсов, тлей, гессенской мушки, шведской мушки и т. д. следует помещать в маленькие пробирочки; последние раскладываются на вату энтомологической коробки.

б) Вредители огородных культур

1. Гороховая тля повреждает горох, клевер, люцерну, эспарцет, чечевицу, вику и другие мотыльковые растения. Массовое появление тлей и их личинок, питающихся соками растений, приводит к деформации стеблей и листьев и к постепенному отмиранию растений.

2. Клубеньковые слоники-ситоны во взрослом и личиночном состоянии вредят мотыльковым растениям как диким, так и культурным. Жуки питаются семядолями и листьями (обгрызая

их с краев). Личинки уходят в почву и поедают клубеньки (азотособиратели) на корнях растений.

3. **Клеверный семеед-апион** вредит клеверу во взрослом и главным образом в личиночном состоянии. Жуки питаются тканями листьев, в которых проделывают мелкие сквозные отверстия. Личинки попадают в нижнюю часть цветков и поедают завязи (одна личинка за 17—18 дней своей жизни съедает до 11 завязей!). Потери семян в результате вредной деятельности клеверного семееда достигают в среднем до 11% от общего их урожая, а в Башкирской АССР — до 17%.

4. **Рапсовый пилильщик** в стадии ложногусеницы повреждает не только культурные, но и дикие крестоцветные растения. От листьев обычно остаются только одни жилки.

5. **Черный щелкун** — вредитель овощных культур и корнеклубнеплодов. «Проволочные черви» повреждают клубни картофеля, подгрызают корневую шейку полевых и овощных культур.

6. **Зеленый кузнечик** во взрослом состоянии повреждает не только полевые культуры, но и листья картофеля.

7. **Свекловичный долгоносик** вредит во взрослом и личиночном состоянии, главным образом, сахарной свекле. Жуки выгрызают листья всходов растений, что приводит последние к гибели. Посев изреживается. Личинки повреждают корни и клубнеплоды.

8. **Свекловичная щитоноска** во взрослом состоянии питается сорняками и листьями свеклы. Личинки выедают в листьях мякоть, но не затрагивают верхнюю кутикулу. Сквозные отверстия на листьях образуются позднее в результате усыхания кутикулы и ее прорыва.

9. **Луговой мотылек** — многоядный вредитель, гусеницы которого повреждают самые разнообразные сельскохозяйственные культуры и особенно свеклу, подсолнечник, коноплю, бобовые растения. Гусеницы в начале скелетируют листья, а позднее полностью объедают мякоть, оставляя нетронутыми лишь жилки листьев и стебли.

10. **Свекловичный клоп** вредит как во взрослом, так и в личиночном состоянии. Повреждаемые в первую очередь культуры: свекла, лен, люцерна; во вторую: конопля, бобовые и зонтичные. При массовом распространении клопов всходы полностью погибают. Повреждения сводятся не только к высасыванию соков и к ослаблению растений, но и к деформации тканей (под действием ядовитой слюны), что сопровождается скручиванием, пожелтением и засыханием листьев. Это передатчики вирусных заболеваний свеклы.

11. **Льняная плодожорка** в стадии гусеницы повреждает посевы льна. Гусеница вгрызается внутрь коробочки, где и питается семенами льна.

12. **Совка гамма** в стадии гусеницы вредит льну, конопли, бобовым и овощным культурам. Объедание мякоти листьев с

краев приводит к задержке роста и развития растения и в конечном итоге к значительной потере урожая. Личинки часто выгрызают бутоны, цветки, завязи, молодые плоды льна, клевера.

13. Вредная долгоножка в личиночном состоянии вредит льну, клеверу, овощным культурам, луговым травам, а иногда и зерновым злакам. Личинки подгрызают стебли и корни растений. Особенно страдает от повреждения корневая шейка и нежные части растений. Эти повреждения приводят к изреживанию посева. Клевер и капуста являются растениями, особенно сильно страдающими от повреждений личинок.

14. Конопляная блошка повреждает коноплю, хмель, а иногда картофель и томаты. Вредят личинки (питающиеся корнями) и жуки (выгрызающие на листьях сквозные мелкие отверстия). В результате повреждения конопли урожай семян снижается до 50%, а волокна на 2—48%.

15. Капустная тля в личиночном и во взрослом состоянии повреждает крестоцветные растения и особенно капусту. Высасывание соков приводит к задержке роста и развития растений, к увяданию листьев, к деформации стручков.

16. Крестоцветные клопы (рапсовый, разукрашенный, горчичный) повреждают капусту, горчицу, брюкву и другие крестоцветные культурные и дикие растения. Высасывание соков, введение в ткань слюны приводит к омертвению клеток и, следовательно, к нарушению роста и развития растений. Ткани обесцвечиваются, листья скручиваются и засыхают, а молодые растения погибают.

17. Крестоцветные блошки (волнистая, синяя, выемчатая, светлоногая) во взрослом и личиночном состоянии вредят капусте, репе и другим керстоцветным растениям. Особенно заметен вред в ранне-весенний период. Личинки светлоногой блошки минируют листья, а личинки остальных видов поедают корни, хотя этот вред большого экономического значения и не имеет. Жуки полностью уничтожают молодые всходы высаженной рассады капусты, репы и др. При малой численности жуков листья оказываются усеянными мелкими отверстиями.

18. Медведка — вредитель картофеля, свеклы, кукурзы и др. Кроме этого, медведки могут питаться личинками насекомых и, следовательно, в какой-то мере могут считаться полезными. Однако вред, наносимый медведкой сельскохозяйственным культурам, значительно больше, чем польза. Разрушение ими корневой системы растений приводит к их ослаблению, а при сильных повреждениях — к гибели.

19. Капустная белянка вредит в стадии гусеницы капусте, репе, редиске, брюкве и др. При массовом распространении гусеницы выедают мякоть, в результате чего от листьев остаются одни лишь жилки.

20. Капустная совка вредит в стадии гусеницы чаще всего

капусте и реже гороху, свекле и другим растениям. Вред выражается в прогрызании в мякоти листьев продольных сквозных отверстий, а в период формирования кочанов гусеницы забираются внутрь их и проделывают здесь многочисленные ходы, что приводит к загрязнению и загниванию.

21. Восклицательная совка в стадии гусеницы вредит моркови, огурцам, картофелю, свекле, капусте, подсолнечнику и другим растениям. Вред выражается в скелетировании листьев, в выедании сердцевины корне- и клубнеплодов.

22. Капустная моль в стадии гусеницы повреждает капусту, репу, турнепс. Гусеницы вгрызаются в мякоть листьев и минируют последние. Повреждение имеет вид отверстия, затянутого с одной стороны прозрачной пленкой.

23. Капустная муха в стадии личинки вредит капусте и другим крестоцветным растениям. Личинки повреждают наружные и внутренние части корней капусты или корнеплодов. Это приводит к угнетению растений, к приостановке роста, а при массовом появлении личинок, к полной гибели рестений.

в) Вредители садовых культур:

1. Яблонная запятовидная щитовка в больших количествах может быть обнаружена на тонкой коре ветвей яблони, груши и ягодных кустарников. Высасывание соков приводит к усыханию не только ветвей деревьев и кустарников, но и целых растений. Запятовидная щитовка интересна и с биологической стороны. Взрослые самцы щитовки являются крылатыми формами; они не питаются. Самки не имеют крыльев, ног и ведут неподвижный образ жизни, прочно прикрепившись хоботком и щитком к коре плодовых деревьев и кустарников. Тело самки сверху прикрывается плотным щитком запятовидной формы и состоящим из воскоподобных выделений самки. Неподвижный образ жизни самок исторически привел к исчезновению крыльев, конечностей и к образованию щитка с защитной функцией.

2. Яблонная медяница — самый распространенный вредитель яблони. Развившиеся весной личинки (из перезимовавших яиц) высасывают соки нежных листочков и распускающихся почек. При распускании почек личинки забираются внутрь и высасывают соки зачатков бутонов и листьев. В процессе жизнедеятельности личинки в изобилии выделяют липкую жидкость, которая склеивает зачатки генеративных органов и листьев и затрудняет дыхание тканей растений. По этой причине листья недоразвиваются, скручиваются и постепенно засыхают, а бутоны и цветки недоразвиваются или опадают.

3. **Яблонная тля** вредит яблоне, груше, рябине, боярышнику. Из перезимовавших яиц, в период набухания почек, выходят личинки. С распусканием почек, личинки забираются

внутрь последних, высасывают соки молодых листьев и зачатков генеративных органов, что ведет к их деформации, скручиванию и постепенному засыханию. При массовом распространении тлей летом, вред от них выражается в истощении нежных частей молодых побегов, в их деформации, усыхании и в уродливом скручивании листьев.

4. **Яблонный цветоед** — обычный вредитель яблони и груши и изредка вишни. В период набухания почек выходят с мест зимовки жуки, производят уколы на почках и питаются истекающими соками. В проделанный укол самка откладывает одно яичко, а отверстие заделывает экскрементами. Каждая самка повреждает до 100 бутонов. Развивающиеся в бутонах личинки поедают пыльники и пестики, в результате чего бутоны буреют и засыхают. Развившиеся жучки выгрызают отверстие, через которое выходят наружу и питаются листьями. Поражение бутонов ведет к снижению урожая на 50—75%.

5. **Казарка** вредит яблоне, груше, вишне, терну и другим. Весной жуки питаются почками плодовых деревьев; в дальнейшем они переходят на питание листьями, бутонами и мелкими плодами. Повреждения приводят к массовому опаданию бутонов и цветов. После спаривания каждая самка откладывает в мякоть плодов несколько яичек (всего самка откладывает до 300 яичек). Дней через 5—9 из яичек выходят личинки, питающиеся тканями плодов. Осенью личинки уходят в почву на зимовку, а в июне — июле следующего года (после окукливания) появляются жуки.

6. **Заболонник морщинистый и яблонный или сливовый заболонник** — вредители яблони, сливы, вишни, черемухи, рябины, боярышника и других. Зимуют в стадии личинки под корой деревьев. Весной вылетают жуки; начинается спаривание; после этого самки проделывают в коре мелкие отверстия, а в лубе строят камеры, от которых проделывают маточные ходы. По бокам маточного хода выгрызаются ямки, в которые откладываются по одному яичку. Вылупившиеся из яичек личинки на границе луба и заболони в обе стороны от маточного хода проделывают колыбельку, в которой личинка окукливается и идет формирование жука. Сформировавшиеся жучки прогрызают выходные отверстия и выходят наружу. Заболонники относятся к группе вторичных вредителей, нападающих на ослабленные деревья. Вред от заболонников ускоряет процесс отмирания деревьев и кустарников.

7. **Золотистая бронзовка** во взрослом состоянии повреждает цветки многих плодовых деревьев и кустарников. Экономическое значение вреда от личинок ничтожно.

8. **Восточный хрущ** является вредителем дуба, березы, клена, орешника, осины, тополя и других не только древесных, но и диких и культурных травянистых растений. Наибольший

вред приносят молодым деревьям — до 10-летнего возраста (в питомниках и на лесопосадках).

9. Боярышница в стадии гусеницы вредит яблоне, груше, сливе, вишне, черемухе, рябине, боярышнику и другим. В условиях Ульяновской области принадлежит к группе наиболее важных вредителей. Зимует в стадии гусеницы в «зимних гнездах» — сплетенных паутиной листьев. Весной гусеницы оставляют гнездо и поедают набухающие почки. В дальнейшем вред усиливается за счет подгрызания бутонов, цветов и листьев деревьев. Появившиеся в весенне-летний период бабочки откладывают на верхней стороне листьев яички (группами до 200 штук). Отрождающиеся личинки питаются паренхимой листьев, что ведет к ослаблению плодово-ягодных деревьев. Естественно, что наибольший вред гусеницы наносят в весенний период, т. е. тогда, когда они разрушают почки и бутоны плодовых деревьев. При массовом распространении боярышницы урожай плодовых деревьев сводится к нулю.

10. Непарный шелкопряд в стадии гусеницы повреждает самые разнообразные не только плодовые, но и дикорастущие лиственные породы деревьев. В связи с этим непарный шелкопряд рассматривается как вредитель лиственных деревьев. Зимует в стадии гусеницы, покрытой яицевой оболочкой. Весной выходят гусеницы первого возраста. Обладая мелкими размерами и длинными волосками, они поднимаются малейшими течениями воздушных масс и уносятся на расстояние 20 км. Способность пассивного переноса гусениц на большие расстояния имеет большое практическое значение в смысле постоянного наблюдения за плодовыми деревьями и своевременного принятия мер по истреблению неожиданно появившегося «гостя». Гусеницы непарного шелкопряда исключительно прожорливы и уничтожают не только листву, но и почки, бутоны и цветы. Вред исключительно большой не только плодовым деревьям, но и лиственным лесным массивам. С биологической стороны интересны, как объекты для иллюстрации полового диморфизма.

11. Кольчатый шелкопряд в состоянии гусеницы вредит яблоне, груше, сливе, рябине, дубу и др. лиственным породам. Зимует в стадии яичек, собранных в виде кольца на ветвях упомянутых выше деревьев. Каждая самка откладывает до 500 яичек. В период цветения яблони из яичек выходят гусеницы, питание которых листьями происходит ночью. Вред исключительно большой.

12. Златогузка в стадии гусеницы вредит яблоне, груше, вишне, дубу, липе и др. лиственным породам и, следовательно, является вредителем не только плодовых, но и диких лиственных пород. Зимует в стадии гусеницы 2 и 3 возрастов в виде колоний — паутинных гнезд на деревьях. Весной гусеницы питаются набухающими почками, а позднее — листьями. В июне —

июле происходит окукливание гусениц, а дней через 10—14 из куколок выходят бабочки. Во второй половине июля самки откладывают яички группами по 300 штук на листях. Яйцекладки покрываются волосками в виде бархатистого валика. Через 2—3 недели появляются гусеницы. Последние питаются листьями, скелетируя их и затем строят зимние гнезда. Это многоядный вредитель. Очаги его могут возникать не только среди плодовых деревьев, но и среди естественных массивов, особенно дуба. При массовом распространении вредителя, деревья совершенно оголяются и в следующем году не дают урожая плодов.

13. **Пахучий древоточец** — вредитель яблони, груши, дуба, березы, черемухи, ивы, тополя и др. древесных пород. Гусеницы древоточца проделывают в древесине круглые отверстия и вгрызаются в древесину, проделывая в ней большие ходы. Наиболее сильному повреждению подвергаются породы деревьев с мягкой древесиной. Достаточно нескольких гусениц с тем, чтобы оказать ослабляющее влияние на растение. Это ослабление ускоряет процесс заражения деревьев грибными и бактериальными заболеваниями.

14. **Въедливая древесница** повреждает в стадии гусеницы яблоню, грушу, ясень, клен, вяз, липу и другие самые разнообразные древесные породы. В результате проникновения гусениц в древесину побегов, последние засыхают и отламываются. Наибольшую опасность гусеницы представляют для молодых деревьев тем более, что плодовитость вредителя исключительно велика и достигает 1000 яичек. Плодовые деревья резко снижают плодоношение и в конце-концов погибают.

15. **Зимняя пяденица** в стадии гусеницы вредит яблоне, груше, вишне, дубу, липе, ясеню и другим лиственным породам. Весной из перезимовавших на концах веток яичек выходят гусеницы, которые, в период набухания и распускания почек, забираются в последние, паутинкой скрепляют молодые листочки, бутоны, цветы и выедают их. Взрослые гусеницы вгрызаются в завязь плодовых деревьев. Массовое повреждение бутонов и мякоти листьев приводит к отсутствию цветения, к обеднению дерева листвой и резко сказывается на уменьшении развития плодовых почек. Зимняя пяденица интересна и с биологической стороны, учитывая резко выраженный половой диморфизм, заключающийся в редукции крыльев у самок.

16. **Яблонная стеклянница** в стадии гусеницы вредит яблоне и груше. Гусеницы забираются в заболонь плодовых деревьев и нарушают нормальное движение соков. У молодых деревьев гусеницы повреждают древесину ветвей, что приводит к увяданию и отмиранию почек, листьев и плодов. Биология вида изучена недостаточно.

17. **Яблонная моль** является типичным вредителем яблони. Перезимовавшие под прикрытием слизистого щитка гусеницы

весной вгрызаются внутрь молодых листочков яблони, проделывая здесь характерные мины. Поврежденные листья буреют. С начала цветения яблони гусеницы группами повреждают листья, в результате чего деревья оголяются. С наступлением периода завязывания плодов гусеницы окукливаются. Коконы оплетаются общей паутиной. Развившиеся гусеницы зимуют под прикрытием яйцевых оболочек и щитка. Вред от моли заключается в ослаблении деревьев, что приводит к снижению урожая плодов.

18. Яблонная плодожорка в стадии гусеницы повреждает листья и плоды яблони, иногда груши и других плодовых деревьев. Гусеницы зимуют в шелковистых коконах. С наступлением весны гусеницы окукливаются, а бабочки вылетают в период опадания части завязей яблони. Через 1—2 недели выходят личинки, питающиеся мякотью листьев, а позднее вгрызаются в плодики и уничтожают семена. Гусеницы живут до 30 дней. В результате повреждений плоды отмирают и опадают.

19. Яблонный пилильщик в стадии ложногусеницы повреждает плоды яблони. Массовое опадание плодов совпадает со временем сбрасывания избыточной завязи. При широком распространении вредителя вред может быть значительным.

20. Вишневый слоник вредит во взрослом и личиночном состоянии косточковым породам. Взрослые жуки (после зимовки личинок) питаются почками, листьями и цветами деревьев. С появлением завязей нападают на последние в такой мере, что плоды нормально почти не развиваются. Вред от личинок выражается в поедании семян косточковых. Экономическое значение определяется численностью этого вредителя.

21. Вишневый слизистый пилильщик вредит в стадии ложногусеницы вишне, черешне, сливе, частично груше и другим плодовым деревьям и кустарникам.

22. Малиновый жук во взрослом и личиночном состоянии повреждает малину и ежевику и, кроме того, черемуху, смородину, крыжовник и ряд плодовых деревьев. Личинки первое время живут открыто на плодах, а позднее забираются внутрь соплодий, выгрызают плодоножку и повреждают отдельные костянки. В результате этого, поврежденные ягоды приобретают уродливую форму, становятся червивыми, и теряют вкусовые качества и подвергаются загниванию. Наибольший вред приносит в годы с большим количеством осадков.

23. Крыжовниковая пяденица в стадии гусеницы вредит крыжовнику и смородине. Вред заключается в объедании мягких частей листьев, в результате чего кусты совершенно оголяются.

24. Крыжовниковая огневка в стадии гусеницы повреждает крыжовник и смородину. Вгрызаясь в ягоду, гусеница уничтожает семена.

г) Первичные вредители леса

1. **Шелкопряд монашенка** — многоядный вредитель хвойных и лиственных пород, хотя явное предпочтение отдает ели и сосне. При массовом распространении гусеницы объедают не только хвою, но и листья дуба, клена и рябины; совершенно избегает ясень, ольху, грушу и др. Зимует в стадии яичек, откладываемых в трещины коры небольшими кучками в 10—150 штук. Яички хотя ничем не защищены, однако выдерживают температуру —40° С.

2. **Сосновый шелкопряд** в стадии гусеницы вредит сосне. Зимуют гусеницы под лесной подстилкой. Весной гусеницы выходят с мест зимовки, взбираются на стволы сосен и повреждают хвою. Прожорливость их настолько велика, что от хвои деревьев почти ничего не остается. Здесь же, среди хвои, происходит и окукливание. Вышедшие бабачки после оплодотворения откладывают яички на хвою.

3. **Сосновая пяденица** вредит в стадии гусеницы. При однократном повреждении лесов, последние не погибают, т. к. гусеницы объедают старую хвою и не затрагивают молодые почки и побеги. При многолетних повреждениях в сильной степени поедается и молодая хвоя, в результате чего деревья усыхают. Этому в значительной мере помогают вторичные вредители, в массе нападающие на ослабленные деревья.

4. **Непарный шелкопряд** (см. выше).

5. **Златогузка** (см. выше).

6. **Дубовая листовертка** в стадии гусеницы повреждает дуб, а при отсутствии основной пищи нападает на липу, иву и другие лиственные породы. При массовом распространении вредителя дубы почти полностью оголяются. Во второй половине лета листья хотя и возобновляются, однако нормальный прирост деревьев нарушается.

7. **Ивовый шелкопряд** в стадии гусеницы вредит иве, осине, тополю, ольхе и другим лиственным породам. При массовом распространении вредителя деревья на больших площадях оголяются, однако большого экономического значения эти повреждения не имеют, т. к. съеденная листва обычно возобновляется. Вред сводится к уменьшению прироста деревьев.

8. **Зимняя пяденица** (см. выше).

9. **Пяденица шелкопряд** (тополевая) в стадии гусеницы вредит тополю, осине, липе, клену, вязу, дубу, яблоне и другим породам. Объедание листьев приводит к сплошному оголению деревьев на больших площадях.

д) Вторичные вредители. К этой группе относятся насекомые, повреждающие ослабленные деревья вредной деятельностью первичных вредителей. Группа довольно многочисленна. Ниже отметим лишь наиболее важных вредителей.

1. **Короеды (заболонники, лубоеды и настоящие короеды)**

питаются заболонью, лубом и древесиной. Все они нападают на уже ослабленные деревья и своей вредной деятельностью ускоряют процесс отмирания деревьев. Вредят в стадии личинки и половозрелого жука в период построения маточных ходов. Разные виды короедов повреждают различные древесные породы, включая и плодовые. Малый и большой сосновый лубоед повреждает сосновые леса. Стенограф повреждает сосновые леса, вершинный и двузубый короед повреждают также сосновые леса. Большой еловый лубоед повреждает еловые и сосновые леса. Малый еловый лубоед повреждает только еловые леса. Типограф — большой еловый короед повреждает еловые леса. Березовый заболонник повреждает березу. Дубовый заболонник повреждает дуб, граб, редко березу.

2. **Черный сосновый усач** во взрослом состоянии повреждает камбий веточек сосны и иногда хвою. Эти повреждения могут быть настолько значительными, что поврежденные ветки отламываются. Личинка усача повреждает заболонь и древесину, что приводит к обесцениванию ее, и к снижению технической пригодности и товарной ценности.

3. **Малый черный еловый усач** вредит еловым и реже другим хвойным лесам. Наибольший вред приносят личинки, проделывающие ходы в древесине.

4. **Серый длинноусый усач** наибольший вред приносит хвойным деревьям в стадии гусеницы, питающейся камбием и древесиной, проделывая в последней ходы. Экономическое значение исключительно велико.

5. **Большой дубовый усач** — вредитель дуба и, частично, других лиственных деревьев. Личинки повреждают заболонь и древесину, что приводит к суховершинности деревьев.

6. **Тополевый усач** в личиночной стадии повреждает заболонь и древесину тополя и осины.

7. **Малый сосновый скрипун** в личиночной стадии повреждает древесину сосны, тополя и ивы.

8. **Вершинная сосновая смолевка** в стадии личинки прокладывает ходы в камбиальном слое сосновых стволов, что приводит к гибели деревьев.

9. **Еловый жердняковый долгоносик** во взрослом и личиночном состоянии вредит ели. Личинки вгрызаются в кору, что вызывает образование на стволах деревьев смолы. Питаясь камбиальным слоем личинки обусловливают полную гибель деревьев.

10. **Синяя златка** в состоянии личинки вгрызается в кору молодых сосенок и под прикрытием последней проделывает плоские извилистые ходы. При массовом распространении наносит большой вред лесному хозяйству.

11. **Дубовая бронзовая златка** в стадии личинки проделывает извилистые ходы в лубе и древесине, где и происходит окукливание.

12. **Двухпятнистая узкотелая златка** в стадии личинки под корой прогрызает длинные извилистые ходы.

13. **Древесница въедливая** (см. выше).

14. **Большой рогохвост** в личиночном состоянии повреждает древесину ели, пихты, иногда сосны и способствует развитию грибных заболеваний, ведущих к разрушению древесины.

е) Вредители в складских помещениях

К группе вредителей зерна и продуктов его переработки относятся некоторые членистоногие из класса паукообразных и насекомых. Эта группа довольно многочисленна, а размеры повреждений настолько велики, что собранный амбарный урожай зерна может дать при хранении значительные потери. Роль вредителей зерна и продуктов его переработки в складских помещениях возрастает в связи с тем, что некоторые виды имеют санитарно-эпидемиологическое значение. Так, например, многие вредители из этой группы содержат кантаридин, мочекислые и щавелекислые соли, проникновение которых в кишечный тракт животных и человека приводит к расстройству деятельности пищеварительной системы, а у свиней и крупного рогатого скота — к выкидышам. Кроме того, повреждения членистоногими зерна ведут к снижению его всхожести.

1. **Мучной клещ** повреждает зерно всех злаков, семена подсолнечника, конопли, все мучные продукты, кожу, сено и т. д. и, таким образом, является полифагом. Оптимальные условия для его развития: температура в пределах 15—20° С при сравнительно высокой относительной влажности. Об интенсивности размножения можно судить хотя бы потому, что 300 штук клещей через 1,5 месяца дают потомство до 250 тысяч особей!

2. **Хлебный точильщик** повреждает зерно и продукты его переработки, бумагу, книги, коллекции и т. д. Американцы говорят, что этот жук повреждает все, «кроме железа», что соответствует действительности. Полное развитие совершается при температуре 26—27° С в 2 месяца, при 17° С до 6 месяцев. В теплых помещениях дает четыре поколения в год. Употребление хлеба, зараженного пилильщиком, вредно.

3. **Вор-притворяшка** повреждает пищевые запасы, чучела, коллекции, меха, гербарии и т. д. Ведет ночной образ жизни. В год дает несколько поколений. Причиняет большой вред. Интересен с биологической стороны: потревоженный жук впадает в состояние каталепсии.

4. **Суринамский мукоед** повреждает муку, отруби, сухие плоды. Размножается на складах, но может размножаться и под корой деревьев. Особенно большой вред жуки и личинки приносят муке, крупе, сухим овощам. В год дает до 2-х поколений.

5. **Мавританская козявка** часто встречается на мельницах и складах. Повреждает зерно и муку. Интересна и с биологической стороны, т. к. личинки часто нападают друг на друга.

6. **Мучной хрущак** вредит муке, хлебу, сухарям, отрубям. Живёт в домах на мельницах, в амбарах и на пекарнях. Личинки известны под названием «мучных червей».

7. **Малый хрущак** вредит муке, бобам, гороху, коллекциям и т. д. Поврежденная мука делается комковатой и приобретает неприятный запах и вкус. Плодовитость самки достигает 450 яичек.

8. **Амбарный долгоносик** вредит зерну пшеницы, ржи, ячменя. Плодовитость до 300 яиц. Яйца по одному откладываются в проделываемые в зерне отверстия. Личинки питаются содержимым зерна. Жуки питаются зерном, выедая последнее с краев, что приводит к нарушению его формы. При влажности зерна ниже 12% жуки не развиваются. В год жук дает несколько поколений. Поврежденное зерно не пригодно для употребления, т. к. вызывает нарушение в деятельности пищеварительной системы.

9. **Мельничная огневка** в стадии гусеницы вредит муке, зерну, соломе, отрубям, гербариям и т. д. За год дает до 4 поколений. Гусеницы делают из огрызков зерна и муки трубочки.

10. **Амбарная моль** в стадии гусеницы повреждает зерно и сухие плоды. Из отложенных яичек выходят гусеницы, вгрызающиеся в зерно и поедающие содержимое. Паутинными выделениями зерна обволакиваются, что приводит к комковатости.

ж) Паразиты человека и домашних животных

В этом разделе рассмотрим только насекомых — паразитов человека и домашних животных.

1. **Головная, платяная и лобковая вошь** во взрослом и личиночном состоянии питаются кровью человека. Плодовитость довольно высока: для головной вши — до 150, для платяной — до 300 и для лобковой вши — до 200 яиц. Развитие протекает довольно быстро: через 3—4 дня из яичек выходят личинки, которые через 8—10 дней становятся взрослыми. Вред заключается не только в том, что ползая причиняют человеку беспокойство, но платяная вошь является еще и передатчиком возбудителя сыпного тифа.

2. **Постельный клоп** размножается исключительно быстро, давая в год до 8 поколений. Самка откладывает до 200 яиц. Полный цикл развития протекает в 35—40 дней. С биологической стороны интересны тем, что в результате паразитического образа жизни у них редуцировались крылья и обладают способностью длительного голодания, продолжающегося до 1,5 лет не теряя жизнеспособности.

3. **Блоха человеческая** питается кровью человека. Однако на человека могут нападать и другие виды блох. Значение их определяется тем, что они являются передатчиками возбудителя чумы. Плодовитость высокая до 400 яичек. Продолжительность развития колеблется в пределах 10—100 дней. Продолжительность жизни около 2-х лет. С биологической стороны интересны редукцией крыльев, как результат перехода к паразитическому существованию; в связи с прыгающим способом передвижения возник прыгательный тип задних конечностей.

4. **Малярийный комар** — передатчик возбудителя малярии. Самки питаются кровью человека и теплокровных животных) крупный рогатый скот, собаки, лошади и др.). Плодовитость до 1000 яичек. В год дает 3 поколения.

Мошки-симулиды — в несметных количествах в летние дни нападают на человека и теплокровных животных и своими уколами наносят нестерпимый зуд.

6. **Слепни** нападают на человека, рогатый скот и лошадей и сосут кровь. Укол сопровождается сильным жжением и небольшой опухолью. Это переносчик возбудителя сибирской язвы и туляремии.

7. **Комнатная муха** неприятна не только своей назойливостью, но и передачей возбудителей туберкулеза, чумы, проказы, брюшного тифа, дизентерии и т. д. Плодовитость исключительно высокая: за 5 летних месяцев самка дает 5 поколений, а за каждый раз самка откладывает до 600 яиц.

8. **Овод кожный** паразитирует на крупном рогатом скоте. Из яичек, отложенных на ноги животных, выходят личинки. Последние проникают под кожу и продвигаются до спины, где образуют нарывы, приводящие к образованию свищей. Через отверстия последних личинки старшего возраста выходят наружу и окукливаются в земле. Выход взрослых оводов — в конце июля. Вред заключается в исхудании животных, в разрушении тканей кожи и в обесценивании последней.

9. Полостные оводы — паразиты овец, лошадей, верблюдов. С биологической стороны интересны живорождением. Отрождаемые самками личинки вбрызгиваются на слизистую оболочку ноздрей животных. Отсюда личинки проникают в лобные и черепные полости и своим присутствием нарушают нормальную жизнедеятельность животных.

10. Желудочный овод лошадей. Яйца откладываются на ноги лошадей. Личинки вбуравливаются под кожу и причиняют зуд. При расчесывании зудящих мест личинки выдавливаются, слизываются языком и со слюной попадают в желудок лошади. Осенью и зимой личинки в желудке питаются слизью и кровью. Весной отваливаются от стенки желудка, проходят через весь кишечный тракт и вместе с испражнениями попадают на землю. Окукливание в земле. Заражение ведет к ослаблению животных.

В разделе о вредных насекомых мы приводили сведения из

жизненного цикла и характеристику повреждений отдельными видами вредных насекомых. Думается, что эти сведения будут небесполезными для будущих учителей-биологов. Что касается большого списка вредителей, то для учителя-биолога он может быть является в какой-то мере обязательным и совершенно необязательным для учащихся средней школы. Во всяком случае, при изготовлении тематических коллекций по вредителям, в первую очередь должны быть использованы объекты наиболее характерные для данного района или области. Исходным положением для использования вредных насекомых (при изготовлении коллекций) должно быть массовое распространение и, следовательно, наибольшее экономическое значение вредных видов. Нельзя забывать о простой истине, что вредный вид, представленный в природных условиях в единичных экземплярах, еще не является вредителем. В определении роли вредоносности того или иного вредного вида (с учетом природных условий данного района с погодными условиями года) большая роль принадлежит учителю-биологу.

О сборе материалов для изготовления тематических коллекций

Где же брать материал для составления тематических коллекций? Для сведующего учителя-биолога этот вопрос не представит больших затруднений в смысле его реализации. Учителю-биологу должно быть известно, что распределение животного населения и, в первую очередь насекомых, связано с условиями жизни. Среда обитания с ее биотическими и абиотическими факторами определяет характер распространения отдельных видов насекомых. Естественно, что среди посевов злаковых культур можно встретить пшеничного трипса, вредную черепашку, хлебного жука кузьку, стеблевых хлебных пилильщиков, шведку, гессенку, пьявицу, зерновую совку и многих других. На посевах люцерны типичными обитателями являются: тихиусы, люцерновая толстоножка, разные виды тлей, цикадки, ситоны — клубеньковые долгоносики, люцерновый клоп, люцерновый усач и другие. В смешанном или хвойном лесу имеются все возможности к тому, чтобы найти коконы соснового шелкопряда, яйцекладки непарного шелкопряда, усачей, златок и т. д. А что говорить о короедах и их повреждениях? Стоит лишь снять кору с явно усыхающей сосны, как сразу же обнаружатся повреждения, нанесенные разными видами короедов, златок и усачей. Для учителя-биолога важно знать: где, что и кого искать. Было бы желание, а материалы для составления тематических коллекций всегда найдутся.

В нашей работе по проведению спецпрактикума по зоологии основным источником, из которого мы брали объекты при составлении тематических коллекций, были сборы материалов студентов первого курса при прохождении ими летней полевой прак-

тики. Естественно, что какая-то часть этих материалов была ими использована. Однако значительная часть их сохранилась и была нами использована. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных охватывает самые разнообразные стации. Обследованию подвергались лугово-разнотравные, лугово-болотные, типчаково-ковыльные стации, лиственные и хвойные леса, водоемы закрытого типа, сады, посевы пшеницы, люцерны и т. д. Разнообразие экологических стаций в природе Ульяновской области определяются ее положением в лесостепной зоне. Континентальность климата, расчлененность рельефа, богатая гидрографическая сеть, разнообразие подстилающих горных пород исторически определили богатство и разнообразие природных ландшафтов с их пестротой почвенного и растительного покрова, а вместе с этим и разнообразие животного населения. Таким образом, в любом районе Ульяновской области учитель-биолог при проявлении инициативы и настойчивости в состоянии за весенне-летне-осенний период собрать такой обширный материал, который обеспечит внеклассную работу с учащимися средней школы, изъявившими желание участвовать в изготовлении учебно-наглядных пособий в таких количествах, чтобы обеспечить наглядность в преподавании зоологии и основ дарвинизма в широких размерах. Проведение таких внеклассных работ даст возможность использовать учебно-наглядные пособия не только в качестве иллюстрационных объектов, но и в качестве раздаточного материала, что еще в большей мере способствовало бы глубокому усвоению знаний учащимися и воспитанию их в духе материалистического мировоззрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жадин В. И. Наши пресноводные моллюски. 1926.
2. Жадин В. И. Пресноводные моллюски СССР. Ленснабтехиздат. 1933.
3. Липин А. Н. Пресные воды и их жизнь. Учпедгиз. 1950.
4. Нефедов Н. И. К методике проведения экологической экскурсии. Сталинград. Облкогиз. 1948.
5. Нефедов Н. И. Жуки коровки, как объект изучения в школе. Вопросы воспитания и обучения. Ульяновск. 1956.
6. Нефедов Н. И. Зоологические экскурсии и политехнизация средней школы. Заочное педобразование. Учпедгиз. 1953.
7. Нефедов Н. И. и Косарева Н. А. Вопросы политехнического обучения в школьном курсе зоологии. Сталинград. 1954.
8. Нефедов Н. И. и Бабич Л. А. К вопросу изучения темы: «Пчела и пчеловодство» в свете политехнического обучения в средней школе. Ученые записки Ульяновского Гос. пед. института, вып. IX, 1956.
9. Нефедов В. Н. Защитные приспособления наших насекомых. Сборн. студ. научных работ. Вып. 1. СГПИ. 1954.
10. Павловский Е. Н. и Лепнева С. Г. Очерки из жизни пресноводных животных. 1948.
11. Райков Б. Е. и Римский-Корсаков М. Н. Зоологические экскурсии. Учпедгиз. 1956.
12. Щербаков Б. С. Насекомые как объект школьной работы. Учпедгиз. 1953.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова

Том XI *1958 г.*

П. К. БУДЫХО и З. Г. ЗОЛОТОВА

ПОЛУЧЕНИЕ И ОПЫТ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ЖИДКОГО ФОСФОРИСТОГО ВОДОРОДА

Фосфор с водородом образует три соединения: PH_3 — газообразный фосфористый водород, P_2H_4 — жидкий фосфористый водород и $P_{12}H_6$ — твердый фосфористый водород.

Газообразный фосфористый водород, или фосфин и жидкий фосфористый водород можно получить в лаборатории кипячением белого фосфора с раствором щелочи, например, едкого натра: $4P + 3NaOH + 3H_2O = 3NaH_2PO_2 + PH_3$ фосфорноватистокислый натрий $6P + 4NaOH + 4H_2O = 4NaH_2PO_2 + P_2H_4$.

Жидкий фосфористый водород, который образуется при этой реакции в незначительном количестве, самовоспламеняется на воздухе и зажигает газообразный фосфористый водород, пузырьки которого выделяются из воды. При сгорании каждого пузырька газа образуются расходящиеся кольца белого дыма фосфорного ангидрида: $2PH_3 + 4O_2 = P_2O_5 + 3H_2O$.

Долгое время нам не удавалось произвести этот эффектный опыт из-за отсутствия разработанной методики его проведения. Проф. Г. Реинбольт[1] предлагает очень сложный прибор для производства этого опыта. Проф. В. Н. Верховский совсем не указывает на возможность получения фосфористого водорода путем кипячения белого фосфора с раствором щелочи.

У Некрасова «Курс общей химии» имеется указание о получении фосфористого водорода этим методом, но техника эксперимента не описана. Нам удалось найти условия, при соблюдении которых, опыты с фосфористым водородом всегда протекают удачно.

На рисунке 1 изображен прибор для получения фосфористого водорода. Прибор состоит из колбы емкостью на 100 мл. и стеклянной газоотводной трубки, конец которой слегка загнут вверх и опущен в чашку с теплой водой. Колбу помещают в песчаную баню и закрепляют в штативе. Далее приготовляют концентрированный раствор едкого натра в отношении 1 : 2. Мы

брали растворы различных концентраций и пришли к выводу, что указанная концентрация обеспечивает нормальный ход реакции.

Для проведения опыта поступают следующим образом: взвешивают 50 г. едкого натра и вносят в колбу, а затем приливают воду, при осторожном перемешивании стеклянной па-

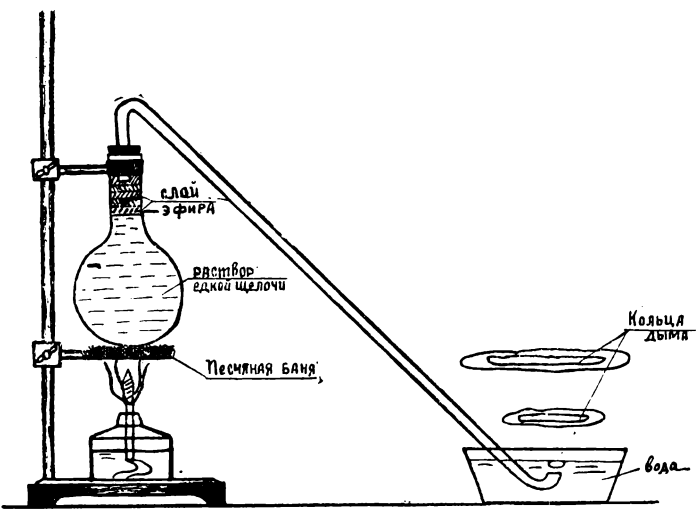


Рис. 1

лочкой, до начала горла колбы, при этом происходит сильное разогревание раствора. В полученный раствор вносят 1—2 грамма белого фосфора, приливают 1—2 мл. диэтилового эфира и быстро закрывают газоотводной трубкой. Пары эфира вытесняют воздух из колбы и газоотводной трубки, т. к. в смеси с воздухом фосфористый водород может образовать взрывчатую смесь. После этого, подносят спиртовку к песчаной бане и нагревают колбу до кипения раствора. Кипячение необходимо проводить осторожно, чтобы раствор не перебросило в газоотводную трубку, т. к. вместе с ним расплавленный фосфор может попасть в трубку и забить ее при затвердевании, а закупорка трубки фосфором влечет за собой взрыв колбы.

Следовательно, техника демонстрации опыта с помощью такого прибора должна осуществляться при соблюдении вышеуказанных мер предосторожности. Соблюдая вышеуказанные условия, опыт демонстрировался нами неоднократно и всегда удачно. Опыт проводят в вытяжном шкафу, т. к. фосфористый водород ядовит. Если вытяжного шкафа нет, то опыт не должен быть продолжительным. Чтобы разобрать прибор, раствору дают несколько охладиться, а затем открывают колбу и выливают содержимое в ведро, а затем в безопасное место.

Нами сконструирован другой прибор, изображенный на рисунке 2. В этом приборе устранена возможность закупорки газоотводной трубки и нет надобности в эфире для вытеснения воздуха. Он состоит из колбы емкостью в 100 мл. и воронки, внутри которой закреплена стеклянная трубочка с помощью надетой на нее каучуковой трубки (рис. 2). Конец воронки проде-

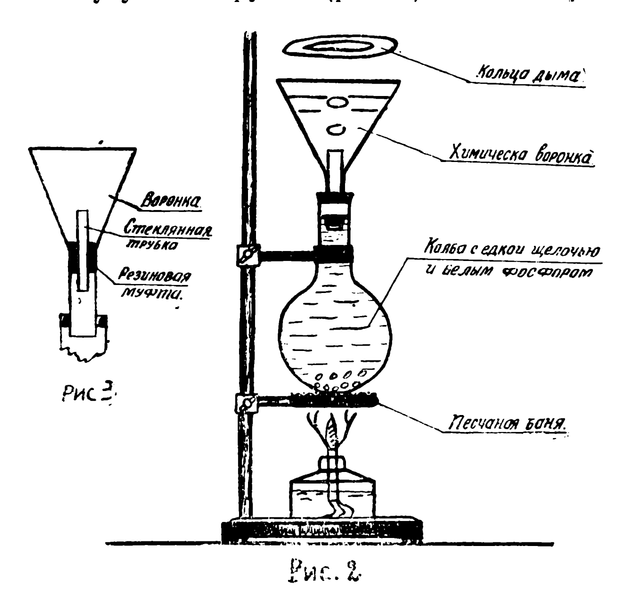


Рис. 2

вается через корковую пробку так, чтобы он выходил за пробку на 0,5—1 см. Раствор готовят так же как и в предыдущем опыте, только им заполняют колбу полностью, чтобы после, как она будет закрыта, в ней не оставалось воздуха. После заполнения колбы раствором, в нее вносят 1—2 г. белого фосфора и закрывают воронкой, в которую затем наливают водопроводной воды почти до края и начинают нагревать до появления вспышек пузырьков и образования белых колец дыма. Если случайно кусочки фосфора будут выброшены в воронку, то они не могут обратно попасть в трубку и вызвать ее закупорку (т. к. из трубки беспрерывно происходит выделение газа), а остаются в воронке. После непродолжительного опыта, прибор разбирается.

Получение и демонстрирование самовоспламенения фосфористого водорода нам удалось осуществить проще при взаимодействии фосфида кальция Ca_3P_2 с теплой водой или соляной кислотой, разбавленной в отношении 1 : 1. Реакция протекает по уравнению:

$$Ca_3P_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2PH_3 + (P_2H_4)$$
$$Ca_3P_2 + 6HCl = 3CaCl_2 + 2PH_3 + (P_2H_4)$$

Фосфористый кальций мы получили сами. Для этого приготовили совершенно сухой красный фосфор путем промывания отсыревшего фосфора (т. к. он гигроскопичен) на фильтре водой и отжимания между листами фильтровальной бумаги, а затем сушки его на воздухе в виде тонкого слоя на листе фильтровальной бумаги (можно сушить и в эксикаторе).

Далее брали известь, предварительно прокаленную в пламени паяльной лампы или в электрической печке, для разложения примеси гидрата. Известь в ступке растирали в порошок. Смесь фосфора с известью в отношении 1 : 1 по весу готовили осторожно (т. к. эта смесь при растирании может взорвать), не растирая, а слегка перемешивая вещества и вносили в высокий фарфоровый тигель, который закрывали пористой крышкой (дном от разбитого глиняного горшка или асбестовым картоном). Тигель устанавливали в штатив и нагревали дно его пламенем паяльной горелки (можно использовать примус). После окончания реакции, **признаком чего служит получение однородной массы, темнокоричневого цвета, на что уходит примерно около часа времени,** тигель нужно охладить на воздухе, не открывая крышки. Образовавшийся фосфористый кальций извлекали сухой стеклянной палочкой на сухую бумагу, а затем помещали в сухую стеклянную банку и плотно закрывали. В литературе нет указания на получение фосфористого кальция этим способом в лабораторных условиях. В. Н. Верховский дает более сложный способ получения фосфида кальция.

Для получения фосфористого водорода из Ca_3P_2 берут воронку, на конец которой одевают каучуковую трубку с зажимом и укрепляют в штативе. В воронку наливают почти до края теплой воды (40°—60°) или разбавленной соляной кислоты в отношении 1 : 1 (на применение теплой воды проф. Верховский почему-то не указывает). На отросток воронки одевают каучуковую трубку с зажимом, чтобы не вылилась вода.

Фосфористый кальций величиной в три горошины завертывают в станниоль в виде кулечка, края которого плотно загибают и бросают его в воронку с теплой водой. Для поступления в него воды или кислоты, а также для выхода образующегося при реакции фосфористого водорода, в широкой части кулечка прокаливают иглой отверстие. Тотчас происходят вспышки, сопровождающиеся выделением колец белого дыма.

Техника и методика демонстрации вышеуказанного опыта преследует не только изучение свойства фосфористых водородов, но и воспитательную цель. Он разоблачает веру в блуждающие огни, которые верующие считают «душами мертвецов».

Нередко бывают случаи, когда можно наблюдать как на болотах, на бойнях, на кладбищах, появляются блуждающие огни. Это природное явление объясняется тем, что в растительных и животных организмах содержится фосфор. При гниении без доступа воздуха в почве растительных и животных остатков, тру-

пов в могилах из фосфора и водорода образуется самовоспламеняющийся фосфористый водород. Поэтому на старых могилах, на болотах, на бойнях иногда появляются огоньки которые в некоторых случаях могут быть до метра высотой, сопровождающиеся образованием столба белых колец дыма, издали похожих на покойника в белой одежде. Ясно, что наблюдаемое явление не чудесное, как думают суеверные люди, а объясняется горением выделившегося из почвы фосфористого водорода.

Разработанная нами техника и методика демонстрации данного эффективного опыта вполне может быть использована учителями химии на внеклассных занятиях с учащимися для углубления представлений о соединениях фосфора с водородом.

Из работы можно сделать следующие выводы:

1. Нами разработана методика проведения опыта получения газообразного и жидкого фосфористого водорода с помощью колбы с газоотводной трубкой.

2. Сконструированы два прибора для получения фосфористого водорода из белого фосфора и едкой щелочи и дана методика его сборки и использования.

3. Получен фосфористый кальций в лабораторных условиях способом наиболее доступным для средних школ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Рейнбольт. «Техника химического демонстрационного эксперимента», стр. 186, 1935 г.

2. В. Н. Верховский. «Техника и методика химического эксперимента в школе», т. II, стр. 370, 1949 г.

3. Н. Л. Глинка. «Общая химия», стр. 413, 1955 г.

4. Некрасов. «Курс общей химии», стр. 374, 1937 г.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI *1958 г.*

Е. К. ВАРФОЛОМЕЕВА

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕКСАХЛОРАНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРИШКОЛЬНОМ УЧАСТКЕ[1]

В технике хлорирование бензола до гексахлорциклогексана осуществляется под влиянием освещения. Чаще всего для этой цели применяют электрические лампы мощностью на 500—1000 ватт. Реакция присоединения хлора к бензолу инициируется светом. В начале молекула хлора поглощает квант света:

$Cl_2^* + h\nu \rightarrow Cl_2^*$ где

$h\nu$ — квант света;

Cl_2 — молекула хлора в невозбужденном состоянии;

Cl_2^* — возбужденная молекула хлора, обладающая большим запасом энергии.

В дальнейшем возбужденная молекула хлора обеспечивает протекание цепного процесса согласно следующей схеме:

$$C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_2^*$$
$$C_6H_6Cl_2^* + Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_4^*$$
$$C_6H_6Cl_4^* + Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6^*$$
$$C_6H_6Cl_6^* + Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6 + Cl_2.$$

После чего процесс повторяется.

Суммарное уравнение процесса хлорирования бензола:

$$C_6H_6 + 3Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6.$$

Гексахлоран заменяет собою очень сильные инсектициды, например, арсенат кальция, фтористый натрий, никотинсульфат, анабазинсульфат и др. Он в 100 раз токсичнее чем $Na_3A_5O_3$ и в 10—15 раз более токсичен, чем ДДТ.

[1] Работа проделана на химическом кружке студентами 3-го курса. Ульяновского Пединститута им. И. Н. Ульянова.

Методика эксперимента

Бензол, перегнанный из колбы Вюрца над 2—3 кусочками металлического натрия для удаления следов влаги (влага уменьшает процент выхода гексахлорана), имел температуру кипения равную 80,1° и $d_4^{20} = 0.879$. Для опыта 100 мл бензола помещались в плоскодонную широкогорлую колбу емкостью на 250 мл., снабженную обратным шариковым или обычным холодильником Либиха. Хлор получали в аппарате Киппа (можно и в колбе Вюрца) действием концентрированной соляной кислоты на хлорную известь, которая является наиболее дешевым сырьем для этой цели. Электрическая лампа мощностью на 500 ватт помещалась на расстоянии 15 см. на уровне средины реакционного сосуда (рис. 1). Температура в реакционной колбе во все

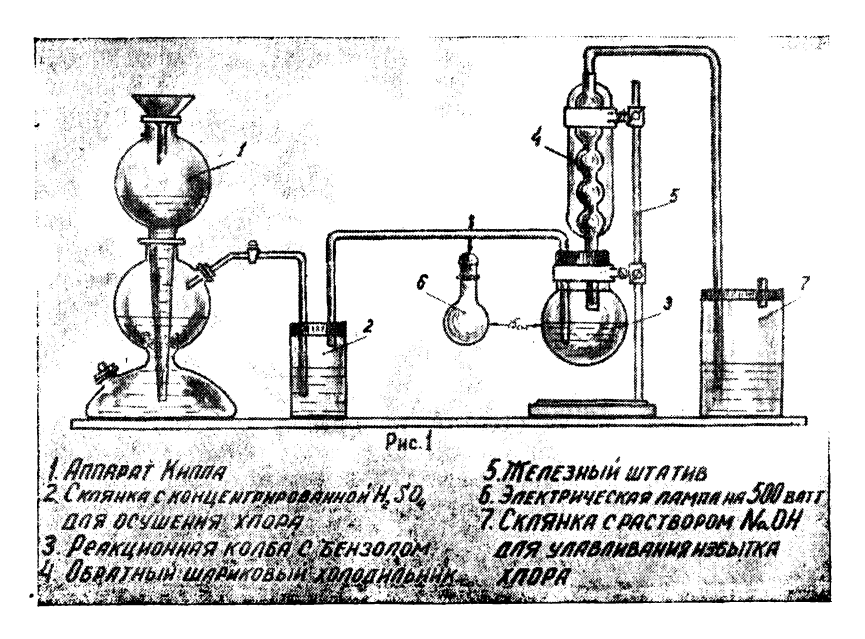


Рис. 1

1. Аппарат Киппа
2. Склянка с концентрированной H_2SO_4 для осушения хлора
3. Реакционная колба с бензолом
4. Обратный шариковый холодильник
5. Железный штатив
6. Электрическая лампа на 500 ватт
7. Склянка с раствором NaOH для улавливания избытка хлора

ремя опыта была равна 50° (за счет тепла электролампы). Соблюдение температурного режима особо следует отметить, т. к. в технике оптимальной температурой хлорирования бензола при освещении является 45—50°. Процесс хлорирования в наших опытах считался законченным, когда удельный вес раствора становился равным 1,1 — это достигалось по истечении двух часов. Для отделения гексахлорана от растворителя в реакционную смесь приливалась вода в количестве 10% от веса бензола и затем эту смесь перегоняли из колбы Бюрца с холодильником Либиха. Смесь бензол — вода кипит при 69°. Перегонку прекращали, когда температура отгонных паров достигала 95°. «Плав»,

остающийся в перегонной колбе, после отгонки растворителя выливали в кристаллизатор с холодной водой, где он минут через 10 затвердевал в кристаллы. Выход сырого гексахлорана в наших условиях был равен 25 г. Готовый продукт отфильтровывался, промывался на фильтре холодной водой, а затем сушился в сушильном шкафу в бюксах, или химических стаканчиках, при 50°. Процент влаги в полученных образцах в среднем равнялся 15%. Высушенный и измельченный в фарфоровой ступке продукт представлял собой кристаллическое вещество с желтоватым оттенком, с резким запахом плесени. При нагревании в сухой пробирке он испарялся, а затем вновь осаждался в виде мелких кристаллов на холодных стенках пробирки. Он хорошо растворим в органических растворителях и практически нерастворим в воде. Так как продукт хлорирования бензола не является чистым гексахлораном, а смесью его изомеров от α до ε с побочными продуктами, то рекомендуется произвести анализ на содержание в нем гексахлорана. Мы проводили анализ по методу Ю. В. Безобразова и А. В. Молчанова, который прост и основан на разложении гексахлорана при нагревании в присутствии щелочи с образованием хлорбензола по уравнению:

$$C_6H_6Cl_6 + 3NaOH \rightarrow C_6H_6Cl_3 + 3NaCl + 3H_2O.$$

В колбу на 250 мл, снабженную обратным холодильником, помещалась навеска 0,2 г синтезированного вещества, к которой добавлялось 20—5 мл 95% этилового спирта. Колба нагревалась до полного растворения гексахлорана на асбестовой сетке. Затем к охлажденному раствору из бюретки прибавлялось 25 мл водного 0,2 н. раствора едкого натра, и колба вновь нагревалась до кипения в течение 2 часов. После охлаждения раствора до комнатной температуры избыточная щелочь отфильтровывалась 0,2 н. раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина.

Одновременно ставился холостой опыт, который учитывался при вычислении результатов анализа. Расчет производился по следующей формуле: $\% \, C_6H_6Cl_6 = \frac{100 \cdot (a-b) \cdot 0{,}0194}{n}$, где a — количество мл 0.2 н.— раствора соляной кислоты, израсходованное на титрование избытка щелочи в холостом опыте; b — количество мл 0,2 н. раствора соляной кислоты, израсходованное на титрование избытка щелочи в пробе; n — навеска вещества в граммах; 0,0194 — количество граммов $C_6H_6Cl_6$, соответствующее 1 мл 0,2 н. раствора щелочи.

Синтезированные нами образцы гексахлорциклогексана содержали от 96,0 до 97,0% гексахлорана. Гексахлоран применяется в виде:

1. Дустов на тальке — опыливание.
2. Растворов, эмульсий, суспензий — опрыскивание.
3. Аэрозолей — окуривание (дымовые шашки, инсектицидная бумага, приборы для дымопускания).

4. Клеев — для нанесения защитных колец на деревья.

5. Инсектицидных мазей и карандашей.

Из синтезированных нами образцов мы изготовили следующие препараты гексахлорана:

1. Дуст 7%-ный (7 г гексахлорана и 93 г талька, вместо талька можно применять каолин или золу в качестве наполнителя).

2. Дуст 12-процентный.

3. 20 и 30-процентные растворы гексахлорана в ацетоне, толуоле, этиловом спирте. Полученные растворы отфильтровываются от нерастворившихся остатков и разбавляются до желаемой концентрации (напр., керосином) непосредственно перед употреблением.

4. Водная суспензия изготовлена разбавлением ацетонового концентрата водой. Можно и спиртовый концентрат разбавлять водой до нужной концентрации. Обычно для опрыскивания растений этот концентрат разводится так, чтобы содержание в нем гексахлорана составляло от 0,12 до 0,14%.

5. Концентрат минерально-масляных эмульсий, который содержит 20% гексахлорана, 40% трансформаторного или веретенного масла, 40% эмульгатора и воды. Он хорошо растворим в воде. Для опрыскивания из него готовят 3-процентную рабочую эмульсию (10—30 г концентрата на литр воды).

6. Растворы гексахлорана в нефтепродуктах для аэрозолей. Для этого гексахлоран растворяли в соляровом, либо в зеленом масле, либо в керосине. В зеленом масле 15-процентные растворы, в соляровом масле и керосине 4-процентные. Применяются аэрозоли для распыления в помещении (от 5 до 40 мл на 1 куб. метр), где хранится зерно. Высокоэффективны они в борьбе с амбарными вредителями и клещами, а также наружными паразитами животных и птиц. Через 2—3 дня после обработки помещение необходимо проветрить, смести осыпавшихся вредителей, обмыть пол, стены и кормушки щелоком.

7. Растворы гексахлорана в лаках и масляных красках, употребляемых для покрытия стен и пропитки тканей.

8. Инсектицидные карандаши (против паразитов животных) изготовлены по рецепту: гексахлорана 1%, воска пчелиного 7%, парафина 32%, талька молотого любого сорта 60%. Указанные вещества смешивались в фарфоровой чашке, расплавлялись на электроплитке и в горячем виде выливались в формочки из бумаги, смазанные вазелином, либо в специально изготовленные из жести.

9. Инсектицидная мазь изготовлена по рецепту: гексахлорана 0,5%, вазелинового масла 10%, вазелина 89,5%. Употребляется для уничтожения чесоточных клещей.

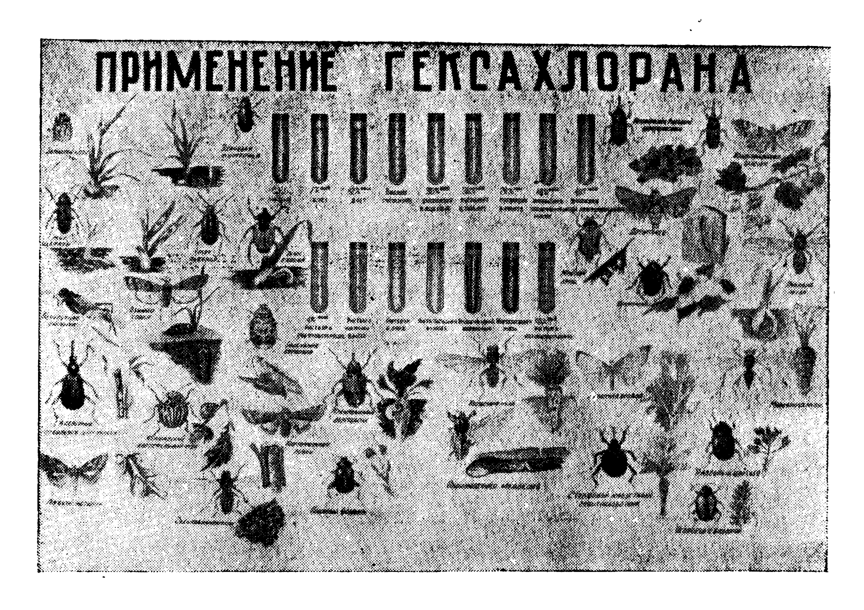
10. Инсектицидная бумага (изготовлена по рецепту Московской городской станции по борьбе с вредителями) — фильтро-

вальную бумагу пропитывают 4—5% водным раствором азотнокислого калия и после просушки обрабатывают 20%-м бензольным раствором гексахлорана. После зажигания и гашения бумага тлеет с образованием густого инсектицидного дыма. Одним граммом такой бумаги можно обработать помещение в 10 куб. метров, в котором находятся мухи, комары или москиты.

11. 0,5-процентный раствор гексахлорана в абрикосовом масле против мышей.

12. Гусеничный клей — изготовлен из 2 частей дегтя и 1 части льняного масла, их смешивают и варят на слабом огне 5 часов. Клей накладывают на полоску плотной бумаги шириной в 5—10 см, которые прикрепляют вокруг ствола дерева на высоте груди человека бечевкой. Расход клея около 10 кг на 1 га сада.

Указанные препараты гексахлорана нами помещены в стеклянные пробирки и оформлены в коллекцию (рис. 2). Возле пробирок с веществами красками изображены наиболее типич-



ные представители вредителей с/хозяйства. Коллекция наглядна и может быть использована на уроках и во внеклассной работе.

В школьном курсе химии учащиеся знакомятся со свойствами ядохимикатов, но не всегда умеют с пользой применить их даже на своем пришкольном участке. Поэтому мы считаем полезным привести некоторые общепринятые дозировки и указать методы применения гексахлорана, связанные с повышением урожайности некоторых овощных и полевых культур на пришкольном участке.

1. Луковая муха. — Рекомендуется опыливание дустом ГХЦГ (50—100 г на 1 кг лука-севка).

2. Капустная муха. — Рекомендуется опудривание семян ГХЦГ, а также опудривание рассады перед высадкой в грунт (0,5 г ГХЦГ на растение или 12—15 кг на 1 га. Рекомендуется также поливка рассады раствором дуста.

3. Свекловичная муха. — Предпосевное опудривание семян свеклы 12-процентным дустом ГХЦГ (100 г на 1 кг семян).

4. Свекловичный долгоносик.— Рекомендуется опрыскивание посевов эмульсией ГХЦГ (150—175 г на 10 литров воды при норме расхода 300—350 литров на га).

5. Амбарный и рисовый долгоносики.— Опудривание зерна — 7-проц. дустом ГХЦГ в соотношении 1 : 10.000 (100 г дуста на 1 ц зерна).

6. Свекловичный клоп — рекомендуется опыливание семян свеклы 12-процентным дустом ГХЦГ 15—20 кг на га и опрыскивание минерально-масляной эмульсией, изготовленной из 20-проц. минерально-масляного концентрата (50 г концентрата на 10 литров воды при норме расхода эмульсии 400 л/га).

7. Луговой мотылек.— Опыливание дустом ГХЦГ (15—18 кг на 1 га) и опрыскивание 0,25-проц.— 0,4-процентной эмульсией минерального концентрата при расходе 125—200 г концентрата на 10 литров воды.

8. Гороховая зерновка.— Рекомендуется опудривание семян перед посевом 12-процентным дустом ГХЦГ (1 кг дуста на 1 ц семян). Опудренные семена выдерживают в закрытых помещениях, в закромах, плотных мешках, под брезентом в течение 7—10 дней при 18—20°. При появлении жуков-зерновок в поле посев гороха в начале цветения опыливают 12-процентным дустом, 18—20 кг/га. Опыливание производят повторно через 8—10 дней при расходе дуста 10—12 кг/га.

9. Стеблевые хлебные блошки.— Рекомендуется опудривание зерна перед посевом.

10. Жук-щелкун.— Против личинок жука рекомендуется предпосевное опудривание семян (1 кг 12-процентного дуста ГХЦГ на 1 ц зерна). Против взрослых жуков отравленные растительные приманки из кукурузы, ячменя, пшеницы. Для этого они опыляются дустом гексахлорана и разбрасываются на поверхности поля или закапываются на 2—3 см в землю.

11. Жук-кузька.— Рекомендуется опудривание семян дустом ГХЦГ.

12. Озимая совка.— Рекомендуется опыливание растений дустом ГХЦГ (из расчета 20—25 кг на га, а для озимых посевов 25—35 кг/га).

13. Картофельная совка.— Опыливание или опрыскивание посевов 12-процентным дустом ГХЦГ.

14. Медведка.— Борьба с ней производится применением

растительных приманок (100—200 г дуста ГХЦГ на 10 кг сухой приманки), запыливанием пристеблевых кругов почвы.

15. Проволочные черви.— Живут в почве. Рекомендуется вносить в почву перед посевом 40 кг/га 20-процентного дуста ГХЦГ на песчаных и суглинистых почвах в виде 15-процентов смеси с суперфосфатом из расчета 3 ц/га суперфосфата. Под пропашные и огородные культуры вносится по 3 г такой смеси на растение перед первой междурядной обработкой или же 1 г в лунку на растение перед посевом. Рекомендуется также опудривание семян перед посевом в отношении: 1 часть дуста на 5—10 частей семян.

Гексахлоран контактно-кишечный яд, поражающих и нервную систему. Вызывает вначале временное возбуждение насекомого, а затем явление паралича и гибель.

Обсуждение результатов работы

Работа полезна для учащихся в следующем отношении.

1. Углубляет знания учащихся о веществе и понятие о катализаторах. До сих пор учащиеся обычно знали твердые вещества, используемые в качестве катализаторов (MnO_2, Fe, Pt, V_2O_5, Cr_2O_3 и т. д.), а в данном случае катализатором является электрический свет.

2. В процессе синтеза гексахлорана учащиеся знакомятся с научными принципами современного промышленного получения гексахлорана (оптимальной температурой процесса хлорирования, отделением продукта от растворителя, сушкой, анализом).

3. Учащиеся убеждаются в том, что бензол при определенных условиях может не только замещать атомы водорода на хлор, но и присоединять их в количестве 6 к бензольному ядру — откуда и название продукта присоединения хлора к бензолу — гексахлорциклогексан.

4. Учащиеся приобретают некоторые практические умения и навыки. Приучаются пользоваться ареометром, готовить нормальные растворы, определять влажность продукта, взвешивать, изготовлять образцы препарата гексахлорана (дуст, эмульсия и т. д.) и оформлять их в коллекцию. Составлять инструкции по борьбе с с/хозяйственными вредителями. Пользоваться справочной литературой и др.

5. На пришкольном участке учащиеся могут поставить ряд интересных работ. Например, выяснить влияние опудривания гексахлораном на всхожесть семян лука, свеклы, моркови, яровой пшеницы. В сельских школах учащиеся могут провести борьбу с насекомыми курятников на птицефермах, свинарников колхозов и совхозов. Сравнить действие гексахлорана и его различных препаратов на насекомых (мухах, комарах, гусеницах, бабочках и др.). Результаты своих наблюдений доложить на химическом кружке. Подобная работа включает в себя элементы

научного исследования. Рекомендуется проводить совместно с учителями биологами.

Кроме этого, проведение данной работы содействует политехническому обучению учащихся, проявлению интереса к химии и химическому исследованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. В. Безобразов и А. В. Молчанов — журнал «Химическая промышленность» № 10, 9 — 1946 г.

2. Н. Н. Мельников, В. Н. Поликарпов, Н. Д. Сухарева. «Труды ЦНИДИ», 1946 г.

3. Ю. В. Безобразов и А. В. Молчанов. «Гексахлоран», Госхимиздат, 1949 год.

4. С. М. Волков, П. С. Зимин, Д. К. Руденко и С. М. Тупеневич. «Альбом вредителей и болезней с/хоз. растений», Сельхозгиз, 1955 год.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

И. В. ЛАДЫЖЕНСКАЯ

САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ НА УРОКАХ ГЕОГРАФИИ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ПЕРЕГРУЗКОЙ УЧАЩИХСЯ

Практика показала, что наша школа на протяжении многих лет давала учащимся абстрактные, оторванные от действительной жизни знания и из всех возможных видов будущей деятельности готовила в той или иной степени только к одной — к дальнейшей учебе в вузе, выбор которого, как правило, не обусловлен всем ходом учения в школе; школа готовила людей неумелых, неприспособленных к жизни. В связи с этим встал вопрос о перестройке всей работы школы, о приближении ее к жизни, что нашло свое отражение в решениях 19-го и 20-го съездов КПСС. Проводя в жизнь исторические решения о развитии политехнического обучения, пришлось, во-первых, специально вести ряд новых учебных предметов, знакомящих учащихся с важнейшими отраслями современного промышленного и сельскохозяйственного производства, и, во-вторых, дополнить и изменить соответственно учебные дисциплины старого плана. Таким образом, багаж знаний, с которым мы должны выпускать учащихся из средней школы, вырос, и соответственно возросла рабочая нагрузка учащихся.

Уже неоднократно в нашей печати поднимался, и вполне закономерно, вопрос о перегрузке школьников: у добросовестного школьника не остается достаточного времени для разумного и здорового отдыха, для расширения его интересов, для занятий тем, что выходит за пределы, требуемого школой объема знаний, ему некогда стать всесторонне развитым, культурным человеком с правильно развитыми общественными навыками. Отличники, очень часто, если они не обладают блестящими способностями и памятью,— это дети лишенные многих радостей детства. Большая же часть учащихся «разгружается» способом, не предусмотренным ни Министерством, ни многочисленными составителями учебников и программ,— они учат уроки нерегулярно (особенно по предметам, не относящимся к числу точных), по своим собственным «расписаниям». В результате далеко не

всегда дети приучаются школой систематически и добросовестно работать, в их знаниях остаются пробелы, которые закрываются наспех и непрочно в период подготовки к экзаменам, если таковые имеются, или же не восполняются совсем.

Возникает неразрешимое, на первый взгляд, противоречие:

1) учащиеся перегружены домашними заданиями, необходимо уменьшить их учебную нагрузку;

2) круг знаний и навыков учащихся расширяется в связи с введением политехнизации;

3) проверенный многолетней практикой работы школы минимум учебного материала существенным сокращениям не подлежит. В школе закладываются знания основ наук, для обеспечения чего проведен тщательный отбор учебного материала, выбран минимум основных сведений. Сокращать этот минимум — значит ставить под угрозу решение основной образовательной задачи школы.

В последнее время в печати все чаще появляются высказывания о том, что основной путь разрешения этого противоречия — перестройка самого учебного процесса. В связи с этим небходимо пересмотреть формы работы с новым материалом в классе.

В школьной практике укоренился термин — «объяснение нового материала». Объяснение — акт односторонний: учитель объясняет, ученики слушают, а ведь надо добиться того, чтобы ученики и поняли и запомнили материал, чтобы они его выучили. Главная тяжесть работы по усвоению нового материала должна ложиться на урочные часы, а ни в коем случае не на часы домашних занятий: дома ученик должен повторять, в различной форме закреплять материал, но не прорабатывать его заново. «Домашние задания» заняли сейчас слишком «почетное» место в учебном процессе. Предоставленные сами себе, учащиеся часто не умеют правильно организовать свою работу, тратят много лишнего времени и в результате — перегрузка, о которой уже говорилось.

Вышеизложенное является азбучной истиной педагогики. Однако об этом приходится говорить: в методической литературе начинающему учителю трудно найти практические советы, речь идет не о рецептах, а именно о советах. Даже в общеметодической литературе уроку, как основной форме организации учебной работы, отводится мало места, например: в новом учебнике педагогики под редакцией И. А. Каирова — всего 22 страницы из 434, а всем вопросам обучения — 100 стр.

В данной статье делается попытка обобщения опыта перестройки работы в настоящем 1956/57 учебном году и частично предыдущем 1955/56. На методическом совещании учителей географии старших классов г. Ульяновска при институте усовершенствования учителей автором было сделано предварительное сообщение на эту тему, ряд учителей города включился в проводимую работу. Опытная работа ведется в старших классах по

курсу географии зарубежных стран, вследствие чего приемы работы в младших классах не затрагиваются.

Главное внимание направлено на разрешение задачи: **в целях борьбы с перегрузкой учащихся добиваться усвоения основной части учебного материала на уроках и, соответственно, сокращения домашней нагрузки.** Осуществление политехнизации остается, конечно, важнейшим разделом учебной работы. Но этот вопрос достаточно широко отображен в текущей методической литературе и предметом настоящей статьи не является.

Нами поставлена задача различными приемами **активизировать** учебный процесс, не допускать пассивного слушания учащимися рассказа учителя, даже интересного (по географии легче, чем по какому-либо другому предмету сделать рассказ интересным и занимательным). Как показывают результаты контрольных опросов в конце урока, интересное, конечно, запоминается, но урок, в целом, оказывается усвоенным единицами. Одной занимательности рассказа недостаточно.

Однотипность уроков и однообразие применяемых методов создает неблагоприятные, трудные условия для запоминания, шаблон убивает интерес, а вместе с ним и мысль.

В целях активизации учащихся на уроках, для борьбы с пассивным слушанием нами применяются различные формы сообщения нового материала. Рассказ и беседа комбинируется с разнообразными видами самостоятельных работ, выполняемых под руководством учителя, совместно с ним или полностью самостоятельно.

Естественно для того, чтобы учащиеся запомнили материал, они должны **самостоятельно** работать на уроке. В настоящее время программой предусматривается проведение практических, а следовательно, и самостоятельных работ по всем курсам географии, они выносятся на отдельные уроки. Оспаривать пользу таких уроков, конечно, не приходтся, но этого недостаточно.

Вопросу самостоятельной работы учащихся по географии посвящено много статей. Анализ статей, помещенных в журнале «География в школе» за период с 1934 г. по 1956 включительно, показал, что в большинстве из них говорится о выполнении самостоятельных работ дома, или об окончании дома работ, начатых в классе, классные же работы занимают подчиненное положение.

В настоящей статье из всего многообразия самостоятельных работ учащихся мы останавливаемся в основном на работах, связанных с контурной картой и тетрадью, так как именно они чаще всего отрываются во времени от процесса усвоения нового материала на уроке (в виде отдельных уроков, практических работ или заданий на дом). Но они иллюстрируют и поясняют изложение и нет никакой необходимости разрывать их. Наоборот, сочетание этих двух видов работы на уроке не требует, как

показал опыт, дополнительной затраты времени и дает положительный эффект. Учащиеся вынуждены на уроке работать, выполнять небольшие, краткосрочные задания, а не только слушать с большей или меньшей долей интереса, что заставляет глубже вдумываться в содержание материала урока, делает усвоение его более сознательным, а значит и прочным. При этом мобилизуются различные виды памяти, их совместная «работа» улучшает запоминание.

В методических разработках отдельных тем, в ряде методических статей приводятся примеры отдельных уроков такого типа.

Своеобразие решения вопроса в данной работе сводится к следующему: **все самостоятельные, в том числе и практические работы проводятся только в классе.** Они, как правило, сопутствуют изложению нового материала. Для домашних заданий остается только повторение — чтение текста учебника и просмотр выполненных в классе работ, что занимает по результатам проверки, минут 20. Совершенно отпадает механическое, бездумное черчение и копирование карт, не приносящее никакой пользы и занимающее массу времени вычерчивание, а часто перерисовывание друг у друга всевозможных диаграмм и графиков, переписывание текста учебника и пр. **Высвобождается большое количество домашнего времени.** Такая постановка работы ни в коей мере не идет в ущерб привитию соответствующих политехнических навыков. **Все необходимые навыки по работе с учебником, картой, контурной картой, цифровым материалом, составлению диаграмм, схем и графиков осваиваются и закрепляются только в классе.** Все выполненные работы проверяются учителем, оцениваются и учитываются (в виде сводных оценок за карты и за ведение тетради) при выведении четвертной отметки. Некоторые виды работ выносятся для опроса всего класса или нескольких учеников, в последнем случае три ученика вызываются для проведения работы на первые парты, тогда ответ оценивается только учителем, или 1—2 ученика вызывают к доске, тогда ответ контролируется всем классом.

Тематика проводимых нами работ разнообразна и, надо сознаться, сильно отличается от рекомендованной программой и учебником И. Г. Мамаева. Странно, что авторы программ и учебника не учли опыт учителей в этой области. Так, И. И. Мамаев в прилагаемых после каждой темы заданиях предлагает наносить: 1) государственные границы; 2) центры промышленности и 3) месторождения полезных ископаемых и 4) иногда надписывать географические названия морей, рек и т. д.; 5) составить несколько диаграмм. Неужели после каждой темы нужно перерисовывать месторождения полезных ископаемых (названия месторождений, как правило, не изучаются)? Сколько раз за год?, не надоест ли?, а смысл какой? В программе несколько разнообразнее рекомендуется еще составление картодиаграммы

и нескольких географических описаний. Но над перечнем работ, видимо, недостаточно подумали. У контурной карты, заполненной учеником, должна быть определенная цель, ясная, наглядная направленность, тогда она будет зрительно запоминаться, иметь учебную ценность. Если же на карте, например, Индии будут нанесены и границы, и порты, и полезные ископаемые, и промышленные центры, и сельскохозяйственные культуры (как рекомендуется программой) то сколько на ней будет знаков и названий? что она даст? Мы берем на себя смелость изменить тематику самостоятельных работ. Было бы чрезвычайно полезно, если бы по этому вопросу был организован обмен мнениями и составлен, хотя бы ориентировочно, более или менее широкий круг работ.

Рационально продуманные работы, кроме того облегчают текущее повторение, т. к.: 1) обращают внимание на главное в повторяемой теме и избавляют ученика от необходимости повторно учить уже пройденное; 2) дают удобные формы итогового повторения в конце больших тем или года; 3) дают наглядный материал для осуществления сравнительного метода в преподавании.

1-ая базовая Ульяновская школа имени В. И. Ленина в числе 500 школ по Российской федерации работает по новым, опытным планам, согласно которым на географию зарубежных стран отводится всего 2 часа в неделю в течение всего года. Положение со временем крайне трудное, и все же мы считаем, что регулярное выполнение работ в классе повышает качество урока, способствует лучшему запоминанию, уменьшает загрузку учащихся, тем более в выгодных условиях находятся остальные школы, имеющие 2,5 годовых часа, они могут время домашних занятий учащихся свести до минимума.

Естественно, что в настоящей статье нет необходимости описывать все виды проводимых работ. Они разнообразны. По мере возможности стараемся избегать повторения одинаковых работ, т. к. однообразие — толчок к механическому выполнению их. Особенно это относится к графическим работам — так каждый тип диаграммы или схемы чертится один — два раза не больше. **Выполняемые работы можно свести в несколько групп.**

1. **Рабта с текстом учебника**, особенно в начале года. Большим злом является формальное зазубривание текста учебника некоторыми учащимися. Совместная работа над учебником: составление плана, ответ на поставленные вопросы и другие широко применяемые формы работы помогают учащимся более сознательно воспринимать текст.

2. **Работа с цифровым материалом учебника — составление** на основании его различного типа **диаграмм и графиков.** Цифры берутся только из учебника, дополнительные данные сознательно не привлекаются для того, чтобы учащиеся поняли связь

цифр с текстом, научились понимать и ни в коем случае не зазубривать цифры.

Например: 1) график роста промышленного производства в социалистических и капиталистических странах (1950—1955 гг.) помимо того, что осваивается техническая сторона построения и чтения графиков, график ярко иллюстрирует преимущества социалистической системы хозяйства в области экономики, ход кривых настолько различен, что не запомнить и спутать их нельзя. Он используется как основа для соответствующей беседы и выводов;

2) Построение круговой диаграммы, характеризующей удельный вес промышленности и сельского хозяйства в валовой продукции Болгарии до войны и в конце пятилетки. Практический навык — построение и чтение такого рода диаграммы; кроме того, зрительное представление о темпах и, отчасти сущности индустриализации, закрепление понятия о структуре хозяйства, соотношении его отраслей;

3) Составление столбчатой диаграммы, например: населения и площадей малых стран Европы (на изучение которых не отводится специального времени) в час, отведенный на повторение Европы, дает материал, для попутной беседы и собщения кратких, элементарных сведений о них.

3. **Составление картодиаграмм** — сочетание работы с картой и цифровым материалом. В час, отведенный для повторения стран народной демократии Западной Европы, на контурную карту Европы, на площади соответствующих стран, были нанесены столбчатые диаграммы роста производства стали и электроэнергии как основных показателей индустриального развития. Полученная карта послужила материалом для беседы, для выводов о специфике индустриализации отдельных стран (при чтении текста учебника эта специфика остается незамеченной), дала большой материал для обобщений.

4. **Работа с контурной картой** проводится на значительной части уроков. Как правило, учащиеся закрепляют на карте то, о чем говорит учитель. Так были составлены карты промышленности Польши, Чехословакии и Венгрии. После сообщения о промышленности того или иного города, описания его географического положения, учащиеся по имеющимся у них картам учебника находили и наносили их на контурную карту с соответствующим по системе условных знаков учебника обозначением. Времени это требует немного. В результате материал на уроке закреплен, причем в этом принимала участие не только слуховая и логическая память, но и зрительная и моторная. Такие короткие переключения на другой вид работы уменьшают напряженность с которой **хороший** ученик старается запомнить рассказ. Слово «хороший» подчеркнуто умышленно, т. к. слабый ученик, устав, попросту выключится из работы. И, наконец, в конце урока — готовый, зрительно воспринимаемый материал для заклю-

чений и выводов, например, о географии размещения промышленности, его закономерностях и т. д. Могут возразить, что наглядный материал для беседы и выводов имеется в виде экономических карт учебника. Конечно, это так и они используются, но самостоятельное составление карт такого типа обеспечивает более сознательное чтение карт, учебника или атласа, знакомит учащихся с принципами составления экономических карт, т. е. имеет определенную политехническую направленность. В ряде случаев карты учебника перегружены и отбор нескольких показателей позволяет наглядно подчеркнуть нужный вопрос. Работы такого типа проводятся не по всем темам. Отбираются наиболее сложные, карта заполняется в течение нескольких уроков.

В тех случаях, когда названия трудны для запоминания, работа усложняется. Например, изучение промышленности Китая. Учащимся было предложено найти на карте атласа отмеченные особым значком новостройки, затем эти новостройки назывались, определялось их географическое положение по картам. Затем выслушивался рассказ учителя и наконец они наносились на контурную карту. Работе с картой предшествовал рассказ и частью беседа о промышленности Китая, в заключение работы — сделаны выводы. Трудные названия, повторенные, надписанные, поясненные сохраняются в памяти неизмеримо лучше, чем после даже эмоционального рассказа. Хотя такая организация работы ни в коей мере не исключает интересный, занимательный рассказ, а только дополняет его, занимая при этом мало времени.

Также целесообразно обозначение внешних связей, указание предметов ввоза и вывоза и пр.

Перечислить все виды работы с контурной картой в настоящей статье не представляется ни необходимым, ни возможным.

5. **Составление схем производственных связей**. Хозяйство как единое, органическое целое воспринимается учащимися трудно. Часто имеет место механическое заучивание отдельных отраслей хозяйства и центров их развития, но хозяйственные связи между ними выпадают из поля зрения. При изучении темы «Промышленность Польши» учитель совместно с учениками составлял схему производственных связей. В результате беседы было выяснено, какие виды промышленного сырья имеет Польша, дальше были установлены последующие «этажи» промышленного здания Польши, особо отмечены (на схеме) новые отрасли промышленности, таким образом, установлены пробелы в старой промышленности, нерациональность ее развития. Своеобразие пути индустриализации Польши воспринимается не только логически, но в помощь этому и зримо. Однотипная работа была проведена и по теме «Промышленность Италии». Общий вид схемы получился совершенно иным, он ясно говорил о нерациональности, уродливости развития экономики Италии, об ее огромной зависимости от внешнего рынка как в области ввоза сырья, так и в области

вывоза готовой продукции. Выводы о преимуществе социалистической системы напрашивались сами.

6. **Составление сводных таблиц**, характеризующих экономику ряда стран, с краткими в 1—2 строки записями в течение урока помогают систематизации материала и очень удобны при повторении.

7. **Запись краткого плана тем,** если они трудны для усвоения и в учебнике изложены несистематично.

Кроме перечисленных, к самостоятельным видам работ относится выполнение ряда заданий, в большинстве случаев не находящих отражения в тетрадях и на картах. Это — работы по измерению и решению практических задач по карте, упражнения в чтении карт, составление на основании чтения карт характеристик по заданным схемам и т. д.

Многие учителя используют тетради для различных дополнительных к учебнику записей. Они считают, что учебник устарел, но ведь так же скоро устареет и запись, сделанная в тетради, тем более, что это «устарение» относится, главным образом к цифровому материалу. Цифры помнить, за очень малым исключением, нужды нет, следовательно, и записывать — тоже. В остальном материал устареть почти не успевает. Записи такого типа по нашему мнению должны быть не правилом, а исключением. Всякое расширение материала учебника должно итти только за счет яркости, красочности, но не фактических подробностей, и, естественно, в записи не нуждается.

Возникает вопрос: 1) не разбивается ли внимание учащихся при таком проведении урока?— Нет, надо только, чтобы работа была органически связана с изложением или беседой; 2) не отнимет ли это много времени и не проводятся ли эти работы в ущерб сообщению нового материала? — Тоже нет, нужен только проведенный заранее учителем точный расчет времени и известный навык учащихся, который достигается после 3—4-х уроков.

Проведение практической работы не является, конечно, обязательной частью каждого урока: легкие темы с преобладанием описательного материала в них не нуждаются.

Проверочные опросы по новому материалу в конце урока в опытных и контрольных планах показали, что такая организация уроков вполне себя оправдывает. Учащиеся опытных классов вынесли из урока во много раз больше, они знают основные вопросы темы; учащиеся контрольных классов запомнили гораздо меньше, их знания, как правило, не приведены в систему — это яркие, наиболее интересные факты, сообщенные учителем, отдельные вопросы темы.

Нам кажется целесообразным пересмотреть имеющиеся наборы контурных карт и, главным образом, снова ввести в практику школ рабочие тетради по географии, которые высоко ценились

многими методистами, в том числе и А. А. Борзовым, В. И. Будановым. Нужно глубоко продумать и детально разработать все задания в тетрадях, по всем темам, все виды классных работ. Имеющиеся задания и вопросы в учебнике И. И. Мамаева ни в коей степени не разрешают проблемы.

Настоящая статья не является методическим пособием по данному вопросу и, конечно, не претендует на полноту охвата его.

Основные положения: **самостоятельные работы учащихся по географии, в том числе работы с контурными картами и в тетрадях, должны проводиться только в классе, т. к. они являются важным средством повышения эффективности учебного процесса, обеспечивают более высокое запоминание материала учащимися, непосредственно на уроке и, следовательно, сокращают домашнюю нагрузку учащихся, т. е. являются действенным средством борьбы с перегрузкой учащихся. Проведение этих работ не требует затраты дополнительного времени на уроке и не идет в ущерб остальным формам учебных занятий.**

Приложение

Разработка урока на тему «Пакистан» в IX классе

Цель урока: Новый материал, занимающий в учебнике $3^1/_2$ страницы, не считая карт, усвоить, в основном, на уроке, для обеспечения чего применяются следующие виды работы: рассказ учителя, анализ карт учебника и физической карты Азии, заполнение контурной карты и текстовая запись.

Ниже описывается ход урока с указанием времени для каждого вида работы. План этот проверен в действии: урок по нему проведен в 9-х классах «А» и «Б» 1-й средней школы г. Ульяновска. Рассказ учителя полностью не излагается, т. к. предметом настоящей статьи является самостоятельная работа учащихся на уроке.

На изложение нового материала отводится 25 минут.

Сообщение темы урока. Раздел Индии, образование доминиона «Пакистан». Расчленение Пакистана на Западный и Восточный, значение его. Провозглашение независимости Пакистана. Географическое положение и границы Пакистана.	2 мин.
Учащиеся находят на карте Пакистан, прослеживают его границы, наносят на контурную карту границы Пакистана, надписывают «Западный и Восточный Пакистан».	1 мин.
На оборотной стороне контурной карты учащиеся делают запись: «Исламская республика Пакистан».	$^1/_2$ »

Объяснение названия «Исламская республика», государственный строй Пакистана, краткие сведения о его внешней политике, отношениях с СССР, о стремлении пакистанского народа к независимости. 1—1/2 мин.

Оборотную, чистую сторону контурной карты учащиеся делят чертой пополам и надписывают: «Западный Пакистан» и «Восточный Пакистан». 1/2 »

Совместно с учителем ученики рассматривают физическую карту Азии, определяют основные формы рельефа и делают запись: **рельеф.** (В левой графе для Западного Пакистана) — Восточная окраина Иранского нагорья и низменность р. Инд (в правой — Восточный Пакистан). Восточная окраина Индо-Гангской низменности, дельта Ганга и Брамапутры. 1—1/2 »

По картам на стр. 134 и 135 учебника выясняется положение Западного и Восточного Пакистана по отношению к северному тропику и определяется тип климата, по этим же картам определяется влажность климата в зависимости от направления и времени мусонных дождей. Делается запись: климат в левой графе — субтропический, сухой, в правой — влажный, тропический. 1—1/2 »

Определение типа растительности и запись: **растительность.** В левой графе — пустыни и полупустыни и в правой графе — тропические леса, сильно вырублены. Описание климата, растительности и животного мира учителем. 1—1/2 мин.

Рассказ о населении Пакистана, его внешних особенностях, быте, культуре. 2 »

Общая характеристика хозяйства Пакистана современное его состояние, неблагоприятные последствия выделения из состава Индии и разделения на две разобщенные части. 1 »

По карте на стр. 185 учащиеся определяют главные сельскохозяйственные районы и важнейшие культуры, переносят их на контурную карту. 3—1/2 мин.

Описание сельского хозяйства: земельных отношений, зависимость сельского хозяйства от природных условий, ирригационные работы и защитные дамбы, животноводство и др. 2 »

Оценка имеющихся сырьевых ресурсов для развития промышленности. На контурную карту наносятся условными знаками месторождения полезных ископаемых. 1/2 »

Причина промышленной отсталости Пакистана, раздел Индии, задачи экономического развития. 1 »

На контурную карту наносятся условные знаки

промышленности в городах: Карачи, Лахор и Дакка.	1	мин.
Описание главных городов Пакистана.	2	»
Внешние связи и торговля Пакистана, состав ввоза и вывоза.	1	»
	25	мин.

Заполнение контурных карт идет сравнительно быстро, так как 1) учащиеся привыкли к такого типа работам; 2) условные знаки полезных ископаемых и промышленности знакомы и поясняются только встречающиеся впервые, в данном случае — джутовая промышленность; 3) условные знаки для характеристики сельского хозяйства, в основном те же, что нанесенные ранее на эту же карту при изучении Индии. Наличие общих черт природы и хозяйства Пакистана и уже изученной Индии облегчило изложение нового материала и позволило провести в течение урока большую по объему работу.

Ульяновский Государственный Педагогический институт им. И. Н. Ульянова
Том XI 1958 г.

Н. М. ЯКОВЛЕВ

К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ В КЛАССЕ

Определение положения картографических изображений на карте и связанное с ним усвоение соответствующих географических названий обозначается в методической литературе термином «изучение географической номенклатуры».

Работа эта очень важна: она создает **топографическую основу** для всех географических построений по соответствующим курсам географии в средней школе. Она позволяет: 1) локализировать рассматриваемые явления; 2) устанавливать связи и отношения между географическими явлениями, выступающие на карте как связи и отношения между их картографическими изображениями.

В обычном случае работа с номенклатурой заключается в том, что учитель, а затем учащиеся находят на карте, показывают и называют соответствующие картографические изображения.

Трудность при этом состоит для ученика в том, что прежде чем показать, надо сначала найти, отыскать на карте то, что должно быть показано. А для этого нужно знать: 1) какой вид имеет искомое изображение, чем оно отличается от других таких же; 2) в каком, приблизительно, месте его надо искать.

Нередко работа с номенклатурой строится так: учитель, закончив объяснение материала, допустим, о полуостровах, и познакомив со способами изображения их на карте, заключает: «К следующему разу выучите полуострова Европы. Смотрите все сюда: вот этот полуостров — Кольский; показываю его. Обратите внимание: показывать надо только со стороны моря. А это — Скандинавский полуостров...» и т. д.

Как видим, учитель все свое внимание сосредоточил на правилах показа и на перечислении полуостровов. Никаких прямых указаний, **как** найти соответствующий полуостров, он не дал. Единственное, **косвенное** указание — то, что рассматриваются

полуострова **Европы,**— следовательно, нужно искать их на карте Европы.

В других случаях, кроме того, учитель обращает большое внимание также на выработку правильного произношения названий и тогда следует запись их на доске, в тетрадях, скандирование хором и в одиночку и т. д.

Все это решает важную педагогическую задачу, но не имеет отношения к узнаванию и нахождению изображений на карте.

Схема А. А. Половинкина

А. А. Половинкин, виднейший советский методист-географ, в своей «Методике преподавания физической географии» рекомендует следующие приемы классной проработки географических названий на карте:

1. Учитель четко и ясно произносит название и показывает его на карте.

2. «Если учащиеся имеют карты в учебнике или атласы, учитель говорит: **«Найдите этот остров на картах»** (Подчеркнуто мною.— Н. Я.).

3. Учитель «берет мел и четко, разборчиво и даже каллиграфически пишет на доске **«борнео».**

4. «В младших классах средней школы учитель просит класс повторить это слово по слогам всем сразу: «Бор-не-о».

5. Дальше учитель предлагает записать название этого острова в тетрадях. В результате — целый ряд ассоциативных нитей «привязывает слово к памяти».

Начинается следующий этап работы: учитель «...хочет увязать это слово с образом (? — Н. Я.)»:

6. Он «опять подходит к карте, обводит остров указкой и обращает внимание на его компактную форму и большую величину».

7. Учитель рассказывает «какой-нибудь случай, относящийся к острову», или скажет «о каком-нибудь очень интересном растении, которое растет на этом острове»; применительно к Яве, например, он «рисует картину ее чудесного климата...»*.

Каков же результат такой проработки? Автор на этот вопрос отвечает сам: «Было бы ошибкой думать, что после такой проработки дети прочно и навсегда усвоили взятые Вами названия. Нет, если вы на следующем уроке покажете ту же Яву и попросите всем классом назвать этот остров, ответа может и не последовать или вы услышите два-три отдельных голоса — и только». «Однако смущаться этим обстоятельством не стоит. В одну минуту вы повторите все названия по два-три в разбивку».

---

* Подобный же прием рекомендуют также А. В. Калганова [3], В. Г. Гниловской [2], М. Шариков [8].

Установление связи между названием и картографическим изображением

В этой методической разработке А. А. Половинкин, в предположении, очевидно, что приемы нахождения и показа уже известны учащимся, сосредоточивает внимание учителя на отработке правильного усвоения названия и на создании прочной связи между названием и картографическим образом.

Решение первой задачи не вызывает возражений: рекомендуемые приемы вполне достигают цели: учащиеся и произносят и пишут названия правильно. Но решение второй задачи — создания единства слова и образа — представляется не лишенным недостатков, тем более, что сам автор признает, что оно не вполне достигает цели.

Главная причина этого, нам думается, в том, что в разработке слишком мало внимания уделяется специфическим особенностям данного картографического **изображения**, отличающим его от всех других. Указание на «компактную форму и большую (?— Н. Я.) величину» явно недостаточно — и вследствие того, что еще неизвестно, как вложить в сознание детей понятие «компактная форма»», и вследствие относительности самих понятий «компактный» и «большой». «Причудливая» форма Целебеса, при условии, если ученик будет знать, в чем эта причудливость, еще поможет ему отличить остров от других. Но «особенность» Явы, состоящая в том, что она «кажется скромным, ничем не выделяющимся островом», заведомо не поможет делу.

Трудно сказать, в какой мере может помочь увязке слова с образом на карте и рассказ о том или ином «случае»», «интересном растении», чудесном климате и т. д.

Во-первых, подобрать **вполне специфичные** для **данного** объекта особенности природы не так-то легко: «интересное растение на Суматре», конечно, имеется, если не в лесах, то в ботаническом саду Байтензорга, и на Яве, а климат Явы мало или совсем не отличается от климата других островов Малайского архипелага (кстати, выделить Яву на основании ее климата — значит сказать, что на других островах он не такой) и вообще островов экваториальной полосы.

Во-вторых, случаи эти и картины природы, если даются ученикам, то, конечно, с очевидной целью, чтобы они **использовали** их для более легкого узнавания объектов на карте, следовательно, так, или иначе **запомнили.** Таким образом, ученик получает дополнительную нагрузку, кроме усвоения номенклатуры,— усвоить также и все относящиеся к ней случаи и картины природы.

В третьих, рассказанные «случаи» могут иметь отношение, в сущности, не к связи названия **с изображением на карте,** с картографическим образом, а к связи названия **с натуральным,** природным образом. Следовательно, рассказанные случаи относят-

ся скорее к **географическому** содержанию объекта, а не к **картографическому** его изображению, с которым имеет дело ученик, усваивая номенклатуру. Зная, что там-то растет такое-то растение, ученик вряд ли сумеет отличить **по внешнему виду на карте** один остров то другого.

Наконец, прием этот, в сущности, рассчитан даже не на установление связи слова с природным или картографическим образом, а на **возбуждение детского интереса,** вследствие которого ученик легче запомнит (не форму, не величину, нет, а) **положение** картографического изображения данного объекта на данной карте. В самом деле: рассказали вы интересный случай из героической борьбы египетского народа с англо-франко-израильскими интервентами — разве **первой мыслью** детей будет «форма и величина» Египта, а не то, **где** он находится? Рассказ о климате Явы возбудит интерес к тому, **где** эта Ява, рассказ об интересном растении на Суматре **поставит** вопрос, **где** Суматра, и т. д. Возбудит интерес, поставит вопрос, а.. не ответит на него *.

Но отсюда следует и печальный вывод: те острова моря, горы и т. д., за которыми «не числится» запоминающихся событий ири природных явлений, вследствие недостаточного интереса, который вызывают, и усвоены будут хуже. И вообще усвояемость географических имен будет прямо пропорциональна тем интересным вещам, о которых рассказал учитель. Придется заранее помириться с тем, что одно будет усвоено хорошо, а другое плохо.

Таким образом, приемом, облегчающим усвоение географического имени на карте, остается, в сущности, единственный: констатация формы или величины соответствующего картографического изображения. Возражать против этого приема в общем не приходится: он в известной мере оправдывает себя. Может быть, следует только несколько расширить его. Такому расширению помогают сами дети. Спросите: «На что это похоже?»— получите ответ: Камчатка — на лисий хвост, Корея — на заячий, Скандинавский полуостров — на тигра, Балканский — на овчину и т. д. Дети построили свои ассоциации, причем замечательно: внешнюю форму и величину использовали в сочетании также с **цветной раскраской** картографического изображения. Отсюда и для нас вывод: работая над картографическим изображением, использовать не только особенности его формы и величины, но и особенности расцветки.

---

* Такую же роль стимулирующего приема играет и филологическое толкование географических названий, особенно горячо прокламируемое И. Мамаем, В. Г. Гниловским и некоторыми другими.

Комплексы картографических изображений

Учитель начертил на доске контуры отдельных островов, полуостровов, заливов и т. д. Предлагает назвать их. И оказывается — некоторых изображений учащиеся не узнают. И дело тут, конечно, не только в том, что ваши изображения не имеют облегчающей узнавание заветной раскраски. Дело в том, что зрительный образ картографического изображения очень часто воспринимается учащимся **не изолированным,** а в **едином,** так сказать, **архитектурном ансамбле** с окружающими. Отделите изображение от ансамбля — и оно станет незнакомым.

Можно много и подробно говорить о том же Борнео, но попробуйте при случае дать ученикам отдельное и «немое» изображение острова — вряд ли можно надеяться, что большинство учеников узнает его. Почему? Потому, что образ Борнео запечатлелся у ученика в связи с общим образом всего Малайского архипелага, со всеми окружающими его частями океанов и материков. Дайте изображение Крымских гор вне Крымского полуострова, контур Аральского моря без Сыр-Дарьи и Аму-Дарьи,— опыт показывает, что во всех подобных случаях учащиеся совершенно лишены материала для обоснованных заключений. И это — в том случае, когда изображение имеет какие-то свои, индивидуальные особенности, все же отличающие его от других. Гораздо хуже — когда изображения совершенно одинаковы.

Поставьте кружочек и попросите назвать, какой это город. Назвать невозможно. Но название города, обозначенного кружком у восточного побережья характерных очертаний морского залива, в устье текущей с востока реки, вытекающей из озера, даже и без дополнительных деталей не вызовет сомнений. Единственная возможность распознать данный объект среди других одинаково изображенных — это рассматривать их на общем фоне окружающих изображений, в связи с ними.

Отсюда — важный вывод для учителя: во всех случаях работы с номенклатурой не ограничиваться рассмотрением индивидуальных особенностей внешнего вида лишь данного изображения, а обращать внимание и на то, какой оно «вид» имеет в зрительном образе всего географического комплекса, в который входит.

В сущности, здесь мы уже подошли к вопросу узнавания изображений по второму, тесно связанному с первым, признаку — по признаку **географического положения** нашего объекта в системе окружающего географического комплекса: изображение узнается не только по его характерному рисунку, величине, и расцветке, но и по тому, какое он место занимает в комплексном «образе». Это положение здесь определяется еще не географически, а, так сказать, житейским способом: назвав Борнео в системе Малайского Архипелага, ученик Целебес называет, руко-

водствуясь его причудливым очертанием, Яву — по малой величине, а Суматру — способом исключения: три острова названы — значит, четвертый — Суматра. Так же и сам Малайский архипелаг узнается не только по общему его рисунку, но и потому, что находится «между юго-восточной Азией и Австралией», части которых зрительно воспринимаются на карте вместе с архипелагом **как одно целое.**

Нахождение географического объекта на карте

В работу с номенклатурой входит не только узнавание тех или иных изображений, но и нахождение их.

И, надо прямо сказать: не научив ученика отыскивать на карте нужные изображения, мы не сможем обеспечить топографическую основу для усвоения географических знаний,— то, что составляет основной смысл изучения номенклатуры. Нам нужны не только названия и зрительные образы картографических изображений, но и прочное знание их **положения** на карте.

Как обеспечить нахождение картографических изображений? Ответить на этот вопрос легче, наблюдая поведение детей при работе с картой.

...Урок в 5 классе. Учительница подошла к ознакомлению с горами, расположенными в Азии. Прочертила указкой на карте полушарий линию вдоль надписи и четко произнесла: «Памир». Предложила ученикам найти Памир на настольных картах. Ученик начал поиски. Собственно, он их начал уже тогда, когда учительница притронулась указкой к стенной карте. Быстро переведя взгляд на свою карту, он снова посмотрел на стенную, но... указка уже исчезла. Ученик вдруг передвинул свою карту, причем так, что она оказалась перед ним совмещенной со стенной. Теперь он увидел свою карту «так же», как и стенную. Но Памира все же не нашел. На счастье, учительница снова подняла указку. И тут ученик на мгновение впился взглядом в коричневое пятно в центре карты, скользнул взором вверх, вниз, посмотрел на свою карту, как бы «примерился» и... просиял: Памир найден! Занятый своим делом, добросовестный в общем ученик вполуха слушал объяснения учительницы, что означает слово «Памир», как надо правильно произносить его, на написанное на доске взглянул мельком...

Точно так же были отработаны Гималаи. Ученик снова сделал для себя «открытие». Гималаи на карте оказались неподалеку от Памира... Дома — опять «открытие»: Памир, Гималаи, Тянь-Шань, Тибет — все оказались «в куче» посредине карты!

Спросите ученика, как найти на карте Антарктиду?— «А она тут... внизу...»— «А Средиземное море?»— «Между Европой и Африкой».— «А как на немой карте гор. Куйбышев найдешь?»— «Найду Каспийское море, поеду вверх по Волге, вот тут такая дуга есть, и тут Куйбышев».

Ориентиры

Во всех приведенных примерах в действиях ученика есть одна закономерность: всегда он, подсознательно или сознательно, ищет на карте признаки, руководствуясь которыми можно найти искомое изображение (на карте с надписями — чаще надпись). Памир он нашел, отмерив взглядом некоторое расстояние от северных и южных границ Азии Гималаи и Тянь-Шань, по ставшим известным Памиру. Антарктиду связал с «низом» карты полушарий, Куйбышев — с Каспийским морем, Волгой и Самарской лукой.

Таким образом, в общем случае ученик определяет положение изображений на пространстве карты по другому изображению **или** другим изображениям, положение (место) которых ему известно. Эти последние, таким образом, выступают в роли **ориентиров.**

Для того, чтобы найти на карте любое изображение, ученик должен располагать необходимым набором ориентиров.

Отсюда вывод: для того, чтобы добиться действительного знания номенклатуры, учитель, помимо отработки правильного произношения данного названия, помимо работы по обеспечению «узнавания» изображений, должен вооружить учащихся системой наиболее приемлемых ориентиров, облегчающих **нахождение** на карте этого изображения.

Пример удачного урока

Вот выдержка из записи другого урока на ту же тему: «А сейчас нам, ребята, нужно познакомиться с высокими горами, расположенными в Азии. Первые горы — Памир. Сначала **найдем** Памир. В какой части света, мы сказали, он находится? Правильно. А в каком полушарии надо искать Азию и Памир на нашей карте? Так. Теперь я обвожу Азию указкой. Обведите и вы на своих картах тупым концом карандаша. А теперь смотрите все на стенную карту. В какой части Азии расположены самые высокие горы? Так, посередине. А как вы это узнали? Правильно. Значит, самые высокие горы Азии находятся посередине. Тут же где-то должен находиться и Памир. И правда: вот он. Смотрите: он приблизительно находится в средней части карты, к северо-западу от плоскогорья... Да, от плоскогорья Тибет и... в какую сторону от Каспийского моря? А еще от чего, от какой низменности к востоку? Приблизительно между какими реками, впадающими в Аральское море? Теперь кто повторит, как найти на карте Памир?»

«А теперь найдем Памир на ваших картах. Только вот что: на ваших картах название «Памир» напечатано маленькими буквами. Чтобы легче было найти, сделаем вот что: найдем в середине карты самое темное коричневое пятно. Что над ним напи-

сано? Тибет. Ищите от него к северо-западу, к северо-западу, к северо-за-па-ду, в сторону Аральского моря. Написано: «Ташкент», южнее —«Сыр-Дарья», «пик Сталина». Какую надпись видите севернее? А прямо на восток?»

Далее следует отработка произношения, затем сравнение внешнего вида Памира на карте полушарий и на более крупномасштабной карте Таджикистана. Перейдя к другим горам Азии, в качестве отправного пункта берет уже ставший известным Памир и к нему привязывает Гималаи и Тянь-Шань.

Можно много спорить о том, насколько права учительница, начав изучение с Памира, а не с более отчетливо выраженных Гималаев; недоумевать по поводу того, для каких целей привлечены Каспийское море и Туранская низменность; сомнительной может показаться локализация Памира «приблизительно между Сыр-Дарьей и Аму-Дарьей» и т. д. досадовать на то, что, может быть, обратила внимание больше на надписи, а не на особенности картографического изображения, словом, много может оказаться критических замечаний в адрес учительницы. Однако несомненно одно: она помогла ученикам создать известную систему ориентиров которые облегчают нахождение на карте нужного изображения.

В качестве ориентиров для Памира использованы последовательно: 1) сам материк Азии; 2) его средняя часть; 3) темно-коричневые пятна горных стран; 4) известные по предыдущим занятиям Тибет и Туранская низменность, 5) известные еще с IV класса Сыр-Дарья и Аму-Дарья.

Отправляясь от общего ориентира, через ряд промежуточных, учительница подвела учащихся к частным ориентирам, своим непосредственным соседством определяющим положение искомого изображения (точнее, конечно,— надписи).

Таким образом, получилась цельная, вполне последовательная и законченная система ориентиров. Количество ориентиров в дальнейшем, несомненно, должно увеличиться, и тот же Памир тогда легче и точнее будет определяться еще и через Тянь-Шань, Гималаи и т. д.

Вряд ли может быть сомнение, что при таком способе изучения географических имен, когда активно привлекается изученное ранее, когда оно постоянно «ворошится», рассматривается каждый раз во все новых связях и отношениях, ученики гораздо лучше и усвоят и закрепят старое чем в том случае, когда географические имена рассматриваются изолированно, вне связи с другими, когда ученик «путешествует» по карте, без ориентиров, полагаясь только на наитие.

Виды ориентиров

Среди географических объектов, изображенных на карте, могут быть связанные друг с другом известным родством. Так, например, низменности, возвышенности и горы относятся к одному

«роду» форм поверхности суши, и если положение низменности, например, определяется через окружающие возвышенности и горы, то изображения этих последних выступают как ориентиры по родственной связи. То же самое и в том случае, когда положение реки определяется по формам поверхности, которые она орошает. (Обь и Иртыш располагаются на Западно-Сибирской низменности, Амазонка — на Амазонской низменности), так как река в известном смысле является дочерью рельефа и т. д.

Другая группа ориентиров или совсем не имеет родственных связей с определяемым объектом или эта связь не может быть обнаружена средствами ученика. Например, в тех случаях, когда ученик заявляет, что «Антарктида находится внизу карты полушарий», «Яблоновый хребет располагается к востоку от озера Байкал, параллельно ему», «Хребет Сихотэ-Алинь находится на берегу Японского моря» и т. п. Указанные ориентиры в полной или некоторой мере случайны, имеют лишь формальное отношение к определяемому объекту. Они могут быть названы ориентирами по формальной связи.

Ориентиры по формальной связи имеют значение ориентиров постольку, поскольку в силу своей величины, своеобразия очертаний, окраски или положения на карте, особенно бросаются в глаза и поэтому невольно запоминаются, причем независимо от того, «проходились» они или нет.

Если бы главной задачей учителя и ученика было использовать карту только для того, чтобы находить на ней необходимые изображения, то они вполне могли бы довольствоваться системой формальных ориентиров, превратив в них и некоторые из тех, которые мы назвали ориентирами по родственной связи (для этого достаточно было бы не говорить об этой связи, и выбирать первые попавшиеся из подходящих по замыслу изображения). Но так как в советской школе определение топографического положения не является самоцелью, а служит для того, чтобы из этого положения делать те или иные географические выводы, причем чаще с помощью тех изображений, «в ансамбле» которых находится данное, то естественно, что предпочтительнее выбирать такие ориентиры которые находятся с объектом в родственной» связи.

Из этого, однако вовсе не следует, что нужно совершенно отказаться от формальных ориентиров. Больше того: их надо культивировать, особенно в первое время работы, с пятиклассниками, когда у ученика явно мало «опорных пунктов» на карте.

Мы уже видели, что ученик сам создает для себя опорную сеть ориентиров, определяя положение того или иного пункта, но она не всегда полностью удовлетворяет требованиям последовательно **географического** подхода («внизу карты», «слева от Европы» и т. п.). Тем больше оснований у учителя ввести эту работу ученика в правильное русло с тем, чтобы по мере овладения картой он все более и более привыкал заменять в геогра-

фических описаниях резко выделяющиеся формальные ориентиры более, может быть, скромными, но ближе идущими к делу ориентирами по данной родственной связи.

Впрочем, совершенно отказаться от всякого применения формальных ориентиров невозможно и для профессора географии: когда бывает нужно отыскать какой-либо неизвестный пункт, даже он пользуется безукоризненно формальными ориентирами «Указателя географических названий» в атласе.

Система ориентиров для данного объекта

Очень трудно, а подчас и невозможно, бывает отыскать предмет по одному какому-либо ориентиру. В общем случае всегда, осознанно или неосознанно, присутствует несколько ориентиров. При этом роль их не одинакова: одни указывают положение предмета лишь «в общем», другие — более точно, третьи — совсем точно. Тем не менее, все они одинаково используются, составляя вместе **систему ориентиров,** разных порядков, позволяющих определить положение предмета.

Использование такой системы ориентиров мы видели на примере ознакомления учащихся с горами в Азии. Но нам пришлось наблюдать и такую картину: Ученик не смог показать на карте полушарий Гибралтарский пролив. Обычно в таких случаях учитель вызывает с места другого ученика помочь первому. «Помощь» оказывается сомнительной: от того, что товарищ показал, у ученика знаний не прибавится. Но в описываемом случае была применена другая, очень интересная форма помощи затрудняющемуся ученику: его товарищ не пошел к карте, а с места начал «наводить»:

— Восточное полушарие...

Ученик подвинулся вправо.

— Европа...

Ученик занял положение против западной части восточного полушария.

— Юго-западная часть Европы... Пиренейский полуостров... Его южное побережье...

Дальнейшего уточнения не потребовалось: ученик у карты прервал товарища: «Вот Гибралтарский пролив. Соединяет Средиземное море с Атлантическим океаном».

Здесь — законченная система ориентиров: **1. Карта восточного полушария.** Это — ориентир наиболее общего порядка. Он выключил целую половину земной поверхности и этим вдвое увеличил шансы ученика найти Гибралтарский пролив. **2. Материк Европы.** Возможность отыскать Гибралтарский пролив увеличилась, но еще далеко недостаточно. **3. Юго-западная часть Европы.** Положение Гибралтара начинает определяться. **4. Пиренейский полуостров.** Этот ориентир уточнил то, что сказал предыдущий. **5. Южное побережье Пиренейского полуостро-**

ва. Этот ориентир уже вполне определил положение Гибралтарского пролива. Осталось только окончательно уточнить его указанием на: **6. Атлантический океан** и **7. Средиземное море,** место соединения которых и образует Гибралтарский пролив.

В определении участвует семь ориентиров, которые постепенно и последовательно подводят к положению объекта. Все семь в общем случае необходимы, без каждого из них обойтись нельзя.

Конечно, не всегда необходима такая длинная цепь ориентиров. Никому в голову не придет так, например, определять положение города Бугурслана: «Город Бугуруслан находится в восточном полушарии, в Европе, в восточной ее части, в Советском Союзе, в Среднем Поволжье, на его левобережье, северо-восточнее города Куйбышева, в 140 километрах от него по железной дороге». Если ученик знает, что Бугуруслан располагается в переделах известного ему района «Среднее Поволжье», то отыскивая город, он автоматически выключает и полушария, и материк, и страну, а сразу «берет быка за рога», обратившись к тому, сравнительно ограниченному участку карты, на котором изображен район «Среднее Поволжье».

Следовательно, если один из посредствующих ориентиров хорошо известен, все остальные ориентиры более общего порядка будут представлять лишь «академический» интерес и без ущерба для дела могут быть отброшены. По мере изучения карты возможно даже такое положение, когда практически бывает достаточно назвать только «собственные» ориентиры, **непосредственно** определяющие положение картографического изображения, без каких-либо ориентиров более общего порядка: «Астрахань — в устье Волги», Туранская низменность — за Каспийским морем, к востоку от него».

Но для этого, повторяем, необходимо, чтобы ориентиры более общего порядка были уже известны, чтобы ученик мог правильно выбрать карту, определенную территорию на ней и т. д.,— следовательно, и в этом случае он, если и не называет, то подсознательно имеет их в виду.

Таким образом, для определения положения изображения на карте каждый раз требуется целая система ориентиров. Она состоит из ориентиров: а) общего порядка, определяющих положение на пространстве всей карты, б) промежуточных — постепенно сужающих пространство, в пределах которого находится искомое изображение, и — в) частных или «собственных» ориентиров, непосредственно ограничивающих его, в какой-то мере служащих ему границами.

Последовательность использования их — от общих, могущих служить для определения положения неопределенно большого количества заключенных в карте объектов — к частным, определяющим **данный** объект и только ему принадлежащий, почему и названным «собственными». Логический прием опре-

деления — сужение пространства целеуказания путем последовательного выключения из сферы обзора ненужных в данной связи пространств.

Системы ориентиров для отдельных классов

Каждый класс школы имеет свою, определяемую программой, систему ориентиров. V класс изучает элементарные основы общего землеведения. Поэтому систему ориентиров здесь составляют картографические элементы, определяющие положение данного изображения на пространстве **всей земной поверхности.** Соответственно при определении географического положения данного объекта в V классе необходимо итти от наиболее общего ориентира — земного шара в целом — к соответствующему полушарию, затем к соответствующему материку или океану, его части, к более мелким его подразделениям — до ориентиров, непосредственно определяющих положение объекта включительно. Именно по такому пути вела учеников учительница в описанном случае определения положения Памира и Гибралтарского пролива.

Система ориентиров для VI класса определяется тем, что он изучает физическую географию отдельных частей света. Соответственно и наиболее общим ориентиром в этом случае будет данная часть света в целом.

В VII классе работа начинается с определения положения объекта на пространстве всего СССР.

Но в V классе (а особенно в VI и VII) учащиеся могут работать и с более крупномасштабными, чем карта полушарий; картами — материков, физико-географических областей, районов. Естественно, казалось бы, в этих условиях в качестве первого общего ориентира выбрать, соответственно, материк, область, район, не прибегая к услугам ориентиров более общего порядка. И теоретически и практически это вполне допустимо, но при одном, непременном, условии: если вы уверены, что ориентир в сознании детей занимает совершенно определенное место на глобусе, на карте полушарий, материка или страны, то-есть если ориентиры более общих порядков учащимся уже известны.

Вообще же, полезно, особенно в V классе, требовать от учащихся при показе любого изображения на карте описывать его положение по указанной выше схеме, рассматривая данный географический объект прежде всего в общей системе всей земной поверхности. Очень неплохо, если и в старших классах преподаватель время от времени возвращается к этому приему.

Каждый ученик должен твердо усвоить себе последователь-

ность включения ориентиров от наиболее общего через посредствующие к частным.

Следует добиваться и того, чтобы учащиеся приучались пользоваться ориентирами не безотчетно, а совершенно осмысленно. В этом смысле весьма ценным представляется встречающийся иногда прием: «Покажи Алтай. Сначала расскажи, как ты его найдешь». Ценность этого приема заключается в том, что учащиеся с его помощью постигают внутреннюю логику определения положения, усваивают необходимые навыки правильного определения. Кроме того, они овладевают географической терминологией и вообще развивают свою речь и мышление. «Правильное географическое определение местоположения не только на карте, но и со словами, служит хорошим показателем умелого преподавания географии»,— совершенно справедливо говорит В. П. Буданов.

Этот прием служит и прекраснейшим средством для учителя — изучить, какими ориентирами и как ученик облегчает себе нахождение того или иного пункта на карте, чтобы из этого изучения сделать для себя выводы, используя удачное, остроумное из того, что «изобретено» детьми, и постепенно изгоняя из их обихода то, что является неудачным. Учитель учится у учеников.

Выводы

1. Твердое, прочное усвоение программного объема номенклатурного материала служит целям успешного усвоения основ географической науки и потому является для школьника обязательным.

2. Роль номенклатуры по отношению к основам географической науки заключается в том, что она создает топографическую основу для географических построений соответствующих школьных курсов и позволяет привязывать изучаемые географические явления к определенному месту на земной поверхности («локализировать» их).

3. Работа с номенклатурой условно состоит из следущих мометов: 1) отработка правильного показа на карте, 2) отработка правильного произношения и написания названия, 3) усвоение особенностей картографического изображения с целью обеспечить «узнавание» его, 4) приемы отыскивания на карте заданного изображения.

4. Наименее разработанным в методической литературе является вопрос о том, как научить учащегося находить на карте соответствующее картографическое изображение. Рекомендуемые приемы создания ассоциаций с интересными моментами географии данной территории, историческими «случаями», филологического толкования названий и проч. не связаны с непосредственно картографическим изображением и потому могут помочь делу лишь в той мере, в какой создают у учащихся спе-

циальную заинтересованность, дополнительный стимул для работы.

5. Определение положения («нахождение») на карте психологически связано с выделением в сознании данного изображения из системы других изображений (с «узнаванием»): прежде чем найти, ученик должен знать как **выглядит** искомое изображение. Поэтому задачей учителя является в каждом новом изображении обязательно фиксировать внимание учащихся на особенностях его формы, очертаний, относительной величины и расцветки.

6. С этой точки зрения очень перспективным является также прием установления положения данного изображения в системе комплексного образа: архипелага, морского бассейна, горной страны, реки и т. п., в который она входит.

7. Определение положения картографических изображений («нахождение») достигается с помощью ориентиров — изображений, положение которых известно. Трудности в усвоении и плохое знание номенклатуры нередко является следствием того, что ученик в выборе ориентиров предоставлен самому себе. В интересах дела необходимо, чтобы учитель настойчиво работал над организованным и сознательным вооружением учащихся продуманной **системой ориентиров.**

8. Для определения положения (нахождения на карте) картографических изображений наибольшее значение имеют ориентиры, которые своеобразием рисунка, расцветки, величины или положения особенно бросаются в глаза. В их числе могут быть изображения, относящиеся к той же категории географических явлений, что и рассматриваемое, или тесно связанные с ним. Это — ориентиры «по родственной связи». Могут быть и не связанные таким родством, или связь эта не может быть установлена средствами ученика данного класса. Это — ориентиры по формальной связи. Отдавая вначале должное последним, учитель должен затем постепенно заменять их ориентирами по родственной связи, более важными с точки зрения изучения географии.

9. В общем случае система ориентиров для определения положения на карте данного изображения состоит из: а) ориентиров наиболее общего порядка, б) ряда промежуточных ориентиров, в) частных, «собственных» ориентиров. Первые определяют положение на пространстве всей карты, вторые постепенно сужают пространство, в пределах которого находится искомое изображение, последние непосредственно служат его границами.

10. Система ориентиров для V класса включает: 1) полушарие, 2) материк (часть света) или океан, 3) соответствующую часть материка или океана (центральная, северная, юга-западная и т. д.), 4) соответствующее море, полуостров, остров, горную страну, реку и т. д., 5) изображения, непосредственно граничащие с заданным.

По такому же типу строится система ориентиров для физико-географического обзора частей света в VI классе, СССР и его районов — в VII классе, но с той разницей, что в качестве исходных ориентиров выступают уже, соответственно, часть света, страна или район.

11. В частных случаях необходимость в промежуточных ориентирах может отсутствовать, например, если на данной карте положение объекта легко определяется из непосредственного соседства с каким-либо хорошо знакомым ориентиром. Но в интересах вполне осмысленного усвоения номенклатуры и в этих случаях ученик должен знать и все ориентиры более общего порядка, до исходного включительно.

12. Весьма ценным приемом, способствующим осмысленному усвоению номенклатуры, закреплению накопленных ее запасов в памяти, прекрасно ориентирующим ученика на карте, развивающим его мышление и язык, помогающим учителю «учиться у учеников»— является устное описание учеником положения заданного изображения на карте — перед показом или в процессе показа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буданов В. П. Карта в преподавании географии. М., 1948.
2. Гниловской В. Г. Методика изучения географической номенклатуры. Ставрополь, 1947.
3. Калганова А. В. Работа с картой в начальной школе. М., 1937.
4. Мамай И. Методика освоения географической терминологии и номенклатуры. «География в школе», № 2, 1935.
5. Половинкин А. А. Методика преподавания физической географии. М., 1950.
6. Студенцов Н. Н. К вопросу о географической номенклатуре. «География в школе», № 5, 1949.
7. Судаков А. Что и как изучать по карте. «География в школе № 6, 1939.
8. Шариков М. Как я добился 100% успеваемости по карте. «География в школе», № 5, 1935.
9. Яковлев Н. М. Вопросы пропедевтики школьного географического картоведения. Кандидатская диссертация. М., 1954.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

МАТЕМАТИКА

Д. И. Таланов. О дифференциальных уравнениях в курсе интегрального исчисления" 5

Б. В. Базанов. О доказательстве существования неподвижной точки 11

М. Л. Чернова. Элементы моторной дифференциальной геометрии. 14

БИОЛОГИЯ

Благовещенская Н. Н. Основные виды пчелиных—опылителей люцерны и их работа в сравнении с работой медоносных пчел 31

И. Д. Орлов. Анатомическая и биохимическая сторона процесса вызревания побегов виноградной лозы 57

В. Д. Авдеев. Степь около деревни Поперечная Пензенской области 68

Р. В. Наумов. О листогрызущем комплексе вредителей лесов Ульяновской области 81

Р. В. Наумов. Влияние климатических факторов на протекание массовых вспышек листогрызущих вредителей леса в Ульяновской области 108

ГЕОЛОГИЯ

Н. А. Бочаров. Происхождение реки Уса (притока Волги) . 127

Ю. М. Абсалямов. К вопросу о гидрогеологии Ульяновской горы 145

МЕТОДИКА

И. С. Фролов, В. Ф. Лысов, Г. Н. Носов, В. И. Поликарпов. Опыт преподавания электротехники в 10 классах средней школы 161

Н. И. Нефедов. Спецпрактикум по зоологии 205

П. К. Будыхо, З. Г. Золотова. Получение и опыт самовоспламенения жидкого фосфористого водорода 257

Е. К. Варфоломеева. Получение гексохлорана и его применение на пришкольном участке 258

И. В. Ладыжинская. Самостоятельные работы на уроках географии как средство борьбы с перегрузкой учащихся 268

Н. М. Яковлев. К методике изучения географической номенклатуры в классе 277

Бесплатно

УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. И. Н. УЛЬЯНОВА

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Том II
Выпуск 2